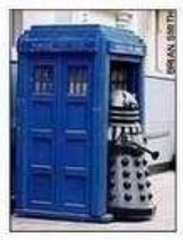
Revista de Enseñanza de la Física

ASOCIACION DE PROFESORES DE FISICA DE LA ARGENTINA

VOLUMEN 2 - NUMERO 1

EX LIBRIS Scan Digit



The Doctor

http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

http://el1900.blogspot.com.ar/

http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/

https://labibliotecadeldrmoreau.blogspot.com/

CONTENIDOS

Revista de Enseñanza de la Física

VOLUMEN 2 - Número 1 - AÑO 1986

Editorial 3

Investigación en Enseñanza de la Física

Detección de Conceptos intuitivos en electricidad a través de entrevistas clínicas
M. E. Domínguez - M. A. Moreira 7

Análisis crítico de la Introducción de la Física Moderna en la enseñanza media
D. Gil Pérez - F. Senent - J. Solbes 16

Problemática de las aplicaciones tecnológicas de la Física

Defensa nuclear, desarme y desarrollo
A. Salam

Aspectos metodológicos de la enseñanza de la física

El desván de los sueños. Postdata sobre S. Stevin
G. Boido 37

Sobre el veraneo porteño, el desagüe de la bañadera y la meteorología
S. H. Sánchez 40

Historia de la Ciencia

Pierre Duhem: Teoría y Experimentos en Física
C. D. Galles 45

Taller y Laboratorio

Magnetómetro de resorte
A. J. Frascino - E. M. González 51

Humor, ingenio y paradojas

Espejos, columnas y dentífricos
A. M. Rela 57

REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FISICA
Suipacha 531 - 2000 Rosario (Rep. Arg.)

Revista de Enseñanza de la Física

VOLUMEN 2 - Número 1 - AÑO 1986

Directoras:

ROSA ADAM

ELVIRA S. CICERCHIA de DE BAGGIS

Colaboradoras en este número:

MARTA MASSA de LLARRULL

MARCELA M. DEL LONGO

LAURA S. ROVERI

Consejo Asesor:

Ing. ERNESTO GALLONI
Universidad de Buenos Aires

Dr. ALBERTO P. MAIZTEGUI
Universidad Nacional de Córdoba

Dr. OVIDE MENIN
Universidad Nacional de Rosario

Dr. WALTER MULHALL
Universidad Nacional de Rosario

Lic. HERACLIO O. RUIVAL
Universidad de Buenos Aires

Diagramación:

DEPARTAMENTO DE DISEÑO - FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS E INGENIERIA UNR

SERVICIO DE PUBLICACIONES UNR

AUTORIDADES DE LA ASOCIACION DE PROFESORES DE FISICA DE LA ARGENTINA

Presidente: Lic. LEONOR COLOMBO de CUDMANI

Secretaria: Lic. ANA MARIA FIGUEROA de LEWIN

Tesorera: Lic. JULIA SALINAS de SANDOVAL

I.S.S.N.: 0326-7091

Prohibida su reproducción total o parcial.
Registro de la Propiedad Intelectual: en trámite
Impresa en el SERVICIO DE PUBLICACIONES DE LA UNR
Urquiza 2050. P. Baja - 2000 Rosario - Prov. de Santa Fe
República Argentina.

EDITORIAL

Interesantes colaboraciones contiene el tercer número de la Revista de Enseñanza de la Física que el lector habrá de seguir con detenimiento. Un artículo trascendente, a nuestro juicio, es el que nos ha enviado el doctor Abdus Salam, premio Nobel de Física en 1979, y cuyo tema, actual y controvertido como es la defensa nuclear —una de sus derivaciones podría ser la Guerra de las Galaxias— enriquecerá seguramente el quehacer de los docentes de Física al promover discusiones con los alumnos sobre tan apasionante y espinoso problema en el que varios gobiernos se encuentran comprometidos.

Completan esta nueva publicación de nuestra revista otros artículos referidos a la problemática de la enseñanza de la física, investigación, taller, historia y humor.

La Dirección de la Revista de Enseñanza de la Física de la Asociación de Profesores de Física de la Argentina reitera una vez más su agradecimiento por la permanente colaboración de docentes e investigadores que hacen llegar sus artículos, y agradece asimismo la continua adhesión de los lectores ya que ambas --colaboración y adhesión— nos permiten seguir adelante con nuestra actividad sin desmayos ni claudicaciones.

LAS DIRECTORAS

NORMAS
PARA LA REMISION DE ORIGINALES

1. Los trabajos, que deberán ser originales, se remitirán por triplicado mecanografiados a doble espacio, a REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FISICA Cátedra de Física, Suipacha 531 - 2000 Rosario (Santa Fe) República Argentina.

   El nombre completo de los autores, su dirección y lugar de trabajo deberá figurar en una de las copias. Los originales en portugués, inglés, etc., se acompañarán de su traducción al castellano.

2. Sin llegar a fijar topes rígidos a la extensión de los trabajos, les rogamos la máxima concisión posible.

3. Junto al trabajo debe remitirse un resumen de un máximo de 10 líneas y la versión inglesa de dicho resumen.

4. Las citas bibliográficas se relacionarán, al final del artículo por orden alfabético de apellidos, indicando autor(es), año, título del artículo, nombre subrayado de la Revista, volumen y páginas de la misma.
   En el caso de hacer referencia a un libro, se subraya el título del mismo y se indica entre paréntesis la editorial y el lugar de la edición.

5. Dentro del texto, las referencias se indicarán dando apellido(s) y año entre paréntesis.

   En el caso de que el nombre del autor aparezca explícitamente en el texto se pondrá el año del trabajo entre paréntesis.

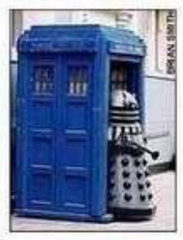
6. Los esquemas, dibujos y gráficas se realizarán con tinta negra sobre papel blanco. Las fotografías se enviarán en blanco y negro sobre papel brillante, bien contrastadas, con dimensiones mínimas de 6 x 9 cm y se adjuntarán dentro de un sobre.

7. Los trabajos presentados serán remitidos a miembros del Consejo Asesor, quienes dictaminarán la idoneidad o no del mismo para este tipo de revista, recomendarán posibles modificaciones, etc.

Revista de Enseñanza de la Física

INVESTIGACION EN ENSEÑANZA DE LA FISICA

EX LIBRIS Scan Digit



The Doctor

http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

http://el1900.blogspot.com.ar/

http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/

https://labibliotecadeldrmoreau.blogspot.com/

DETECCION DE CONCEPTOS INTUITIVOS EN ELECTRICIDAD A TRAVES DE ENTREVISTAS CLINICAS

M. EUGENIA DOMINGUEZ

Universidad de Oriente
Departamento de Ciencias
Monagas - Venezuela

MARCO ANTONIO MOREIRA

Instituto de Física - UFRGS
90000 Porto Alegre, RS - Brasil

RESUMEN: Se presentan los resultados de un estudio piloto en lo cual se usó entrevistas clínicas para detectar conceptos intuitivos tenidos por estudiantes universitarios en el área de electricidad. El uso de entrevistas clínicas como instrumento para detectar conceptos intuitivos de los estudiantes es discutido con algún detalle, y varios ejemplos de partes de entrevistas son presentados a fin de dar a posibles usuarios de esa técnica una idea del tipo de trabajo que está por detrás así como del tipo de dato que ella entrega al investigador.

ABSTRACT: *The results of a pilot study in which clinical interviews were used to look for college students' misconceptions in the area of electricity are reported. The use of clinical interviews as an instrument to detect student's misconceptions is discussed with some detail and several excerpts of interviews are presented in order to give to prospective users of such technique an idea of the kind of work that is behind it as well as of the kind of data it provides to the researscher.*

Introducción

Investigaciones realizadas en enseñanza de las ciencias en estos últimos 20 años vienen mostrando que los estudiantes disponen de una cierta estructura cognitiva[1] antes de enfrentarse a cualquier instrucción; ellos desde su primera infancia han venido elaborando conceptos y explicaciones acerca del mundo que les rodea. Los trabajos de Piaget lo habían puesto en evidencia hace mucho tiempo, pero ha sido sólo en estos últimos años en que ha parecido indispensable (para efectos de planear una enseñanza eficaz) considerar este hecho. Aquello que el alumno ha construido, previo a una instrucción, y que no coincide con lo elaborado por las teorías científicas actuales (o de mayor uso actualmente), puede ser un gran obstáculo para quien enseña y pretende tener éxito en su gestión.

Teorías tales como la de Piaget (del desarrollo de las estructuras cognitivas) y la de Ausubel (del aprendizaje significativo; 1976) por citar sólo dos de las que han originado un mayor número de investigación en enseñanza, tienen en común el enfatizar la importancia de conocer aquello que el alumno ha elaborado antes de impartirle una instrucción. Para Piaget es necesario conocer el nivel de desarrollo intelectual de quien va a ser enseñado y para Ausubel su estructura cognitiva pre-existente relativa al contenido a ser enseñado.

Recientemente se ha volcado la atención en los conceptos intuitivos, o espontáneos, o "misconceptions" (Helm y Novak, 1983) que serían aquellos conceptos que el alumno ha formado y que no coinciden con aquellos utilizados por la comunidad científica; vale decir, las propiedades atribuidas a determinado símbolo (palabra) no son aquellas propiedades o significados atribuidos por los científicos. Esto ha sido objeto de innumerables estudios y se ha llegado a concluir que algunos de estos conceptos intuitivos son compartidos por un número considerable de individuos de edad y escolaridad semejantes, como también que ellos son muy resistentes al cambio.

Quienes trabajan en una línea que podría considerarse paralela o complementaria a la de Piaget, están interesados en estudiar los razonamientos espontáneos (Viennot, 1979) o sistemas alternativos ("alternate framework", Driver, 1981) utilizados por los estudiantes,

ya que a través de ellos es posible "encajonar" las propiedades atribuidas por los alumnos a las nociones (término usado por Viennot y sus colaboradores para diferenciarlas de los conceptos científicos). Según ellos, y de acuerdo con Piaget, todo conocimiento se construye y evoluciona por resolución de problemas. Distinguen el conocimiento común del conocimiento científico, habiéndose ambos construido por resolución de problemas y mostrándose ambos explicativos y predictivos. Su diferencia reside en que el conocimiento científico es totalmente explícito, por esencia cuestionable, enteramente estructurado y coherente, mientras el conocimiento común es en su construcción, y su funcionamiento, implícito; no es cuestionable por esencia y no es sino parcialmente estructurado y parcialmente coherente (Closset, 1983).

El concepto es la unidad de expresión del conocimiento científico y la noción lo es del conocimiento común.

En todo caso, hay un consenso entre quienes investigan en enseñanza de las ciencias: si un profesor desea enseñar algo debe dominar el contenido a ser enseñado y, lo que es igualmente importante, determinar lo mejor posible qué es lo que saben sus alumnos de lo que se enseñará para, partiendo de ahí, planear la instrucción. Los conceptos intuitivos, o como se los quiera llamar, o los razonamientos espontáneos utilizados por los alumnos, son algo que no se puede ignorar si se desea ayudar a aprender.

Teniendo esto en mente es que se decidió realizar un estudio piloto en la UFRGS[2] con una muestra de estudiantes matriculados en un curso básico de electromagnetismo. El objetivo de este estudio fue detectar conceptos intuitivos de campo y potencial eléctricos, como asimismo de intensidad de corriente y diferencia de potencial en circuitos eléctricos simples. Se advierte desde el comienzo que éste es sólo un primer estudio que deberá ser continuado por otros.

Después de revisar las diferentes técnicas que han venido utilizándose para detectar conceptos intuitivos o "misconceptions", se decidió que la entrevista clínica era la más adecuada para este propósito, especialmente si se trata de un primer estudio.

La entrevista clínica

Piaget (1926-1973) fue quien primero se dio cuenta de lo útil que podría ser el método clínico (análogo al usado por los psiquiatras) para estudiar las representaciones del mundo en el niño (ligadas al problema de la realidad y la causalidad física en el niño). Según Piaget, no bastaba la observación pura ni los tests para poder conocer el modo de pensar de los niños; la observación pura era una etapa previa importante, porque sólo a través de ella era posible conocer las preguntas que espontáneamente se formulaban los niños y el lenguaje que ellos utilizaban. Pero, no era suficiente, era indispensable la intervención del investigador para dirigir, sin sugerir, el pensamiento del niño. Ciertas hipótesis orientaron sus entrevistas clínicas[3], hipótesis sugeridas en gran medida por las observaciones realizadas. Piaget advierte lo difícil que es llevar a cabo una buena entrevista clínica, principalmente porque: a) hay que saber guiar el niño hacia el tema de interés sin sugerirle nada, es decir, sin desviar su línea de pensamiento; b) hay que evitar enseñar al niño mientras se lo entrevista; c) no se debe imponer la lógica del entrevistador a las respuestas del niño (él tiene su lógica que es diferente a la de un adulto).

Según Piaget sólo con una larga experiencia en entrevistar clínicamente es que se puede llegar a realizar buenas entrevistas clínicas.

Al comienzo Piaget usó entrevistas clínicas extremadamente fluidas, flexibles, en que una pregunta inicial (formulada al estilo de los niños) recibía una respuesta que era condicionante de la pregunta a seguir y así sucesivamente (las preguntas tenían sólo la orientación necesaria). Posteriormente Piaget se propuso estudiar cuestiones más específicas que las iniciales e introdujo una modificación que fue la de presentar ciertas tareas (situaciones problemáticas concretas con las que los niños tuvieran alguna familiaridad) estandarizadas. Se hicieron famosas entonces sus tareas de conservación (de longitud, volumen, peso, etc.), de flotación de cuerpos, de proporciones, etc.

Su entrevista clínica es actualmente una técnica muy usada especialmente por quienes pretenden descubrir conceptos intuitivos o razonamientos espontáneos o modelos de explicaciones usados por los alumnos.

Pines et all. (1979) que como primera cosa consideran indispensable clarear los fines y papeles de la entrevista clínica, distinguen en ella tres aspectos: 1) contenido; 2) tareas y 3) método o formato. El contenido se refiere al tema (asunto) de la entrevista, una tarea es una situación o problema particular presentado al entrevistado y el método lo constituyen las formas como el entrevistador utiliza las tareas y manipula los modos de preguntar para obtener información de los sujetos. El método o formato puede variar de uno muy rígido a uno extremamente fluido. Una entrevista clínica de formato muy rígido es similar a un test replicable y no tiene mucho sentido su uso cuando el interés se centra en la detección de conceptos intuitivos de los estudiantes; por tal razón, quienes trabajan con entrevistas clínicas, con ese fin, utilizan un formato flexible.

Quien durante cierto tiempo imparte una disciplina percibe ciertos errores que sistemáticamente cometen sus alumnos, o por lo menos, un número considerable de ellos. Este hecho lleva a fijar la atención en las situaciones en que estos errores se manifiestan y es así como surgen las primeras hipótesis acerca de los posibles conceptos intuitivos que podrían estar siendo usados por los estudiantes. Con estas hipótesis en mente, es que podría pensarse en planear una entrevista clínica que pudiera llevar a la posible confirmación o rechazo de tales hipótesis. Elegido el contenido de la entrevista, las tareas deben ser seleccionadas de manera que, a través de las respuestas que den los alumnos, se puedan poner a prueba las hipótesis. Hay ciertas tareas que pueden ser las más adecuadas para hacer aflorar los conceptos intuitivos de los estudiantes, y el encontrarlas no es tan fácil como pudiera parecer. Cuando se usa un formato más próximo al flexible, se presenta una tarea y la respuesta que a ella dé el alumno se persigue, esto es, se continúa preguntando sobre las respuestas dadas por el estudiante, usando siempre el lenguaje empleado por él. Cuando el entrevistador considera que ha entendido bien lo que el alumno quiso decir, se presenta la próxima tarea, y así sucesivamente.

Es indispensable que las entrevistas sean grabadas porque en caso contrario se pierde mucha información valiosa.

Antes de comenzar una entrevista clínica es conveniente sostener una conversación informal con el alumno para tratar de crear un ambiente cordial; es necesario explicarle también por qué va a ser entrevistado (para que, entre otras cosas, sienta que está contribuyendo a ayudar a colegas próximos, si es que la investigación se proyecta hacia el futuro) e insistir que sus respuestas ciertas y/o erradas tienen igual valor para el entrevistador.

A continuación se pasa a describir el estudio que, como se señaló anteriormente, tenía como objetivo principal detectar conceptos intuitivos de $\vec{E}$ y V como también i y ΔV en circuitos eléctricos simples.

Descripción del estudio

Durante el primer semestre de 1984, un pequeño grupo de estudiantes matriculados en un curso básico de Electromagnetismo en la UFRGS (2° semestre universitario) fue entrevistado clínicamente en dos oportunidades antes de que hubieran estudiado en la Universidad el contenido de las entrevistas. La primera entrevista tenía como contenido $\vec{E}$ y V y la 2a. i y ΔV en circuitos eléctrico simples. Los alumnos se ofrecieron voluntariamente para ser entrevistados. Las entrevistas fueron grabadas, transcritas, y para cada alumno se confeccionó una ficha que contenía cierto número de proposiciones (consideradas de mayor relevancia) extraídas de sus respuestas, como asimismo algunas observaciones juzgadas importantes. Cada entrevista tuvo una duración que osciló entre 30 y 45 minutos.

Se usó material de laboratorio muy sencillo en la entrevista cuyo contenido era i y ΔV en circuitos eléctricos simples (2a.): pilas, lámparas, un resistor, un capacitor, un amperímetro, cables y un interruptor. En general, se solicitaba al alumno una predicción (usando un diseño), y una vez que él la daba se le pedía indicar los argumentos que lo habían conducido a ella. Hecho esto, se le pedía montar o conectar el circuito.

En la primera entrevista no se usó material de laboratorio; se presentaron las tareas en hojas de papel en las que el alumno podía escribir o hacer diagramas si así lo deseaba. Dichas hojas fueron conservadas (con la debida identificación del alumno) como documentos que, junto con la grabación, servirán para mejor analizar las entrevistas. Considerando el tipo de datos obtenidos con la técnica de entrevista clínica y considerando que éste fue un estudio piloto, esos datos fueron analizados solamente

de manera cualitativa. (La manera más adecuada de analizar esos datos es aún una cuestión abierta en la literatura).

Resultados

Las entrevistas clínicas realizadas permitieron detectar conceptos intuitivos de los estudiantes, que a continuación se detallan.

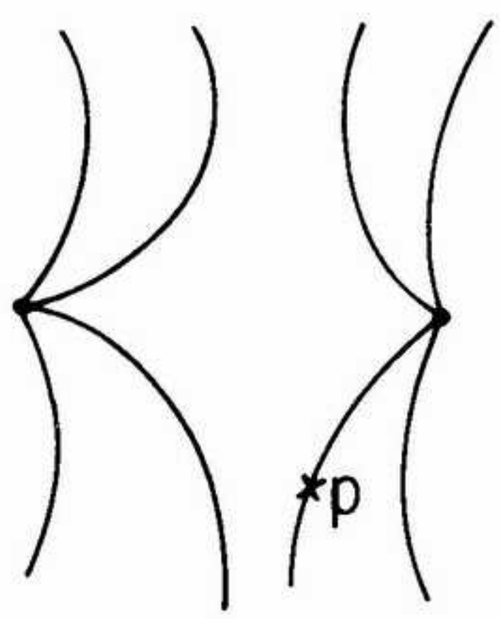
1. **De campo eléctrico**
(13 alumnos entrevistados).

En general los alumnos intentaron dar explicaciones utilizando principalmente el concepto de fuerza (intuitivo o no) cada vez que pudieron hacerlo; de allí es que haya resultado extremadamente difícil que se refirieran espontáneamente a $\vec{E}$. En los casos en que fue imposible, se preguntó directamente qué entendían por $\vec{E}$ de una carga puntual (siempre se trató de elegir las situaciones más simples). Los conceptos intuitivos detectados, ilustrados con partes de las transcripciones de algunas entrevistas, se presentan a continuación.

1.1. Sólo existe $\vec{E}$ en los puntos donde hay carga, o para que exista $\vec{E}$ debe necesariamente existir una fuerza (5 alumnos).

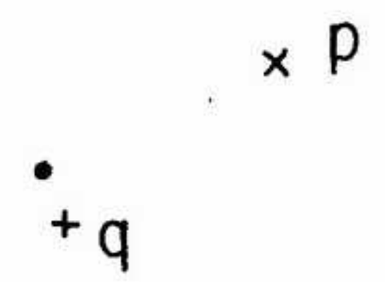
Ejemplo: Alumno 10. (Este alumno había tratado de ilustrar campo eléctrico usando líneas de fuerza, pero siempre trabajando con dos cargas puntuales).

P[4] – Dibujaste las líneas de fuerza. ¿Cómo podrías presentar el campo eléctrico en este punto P?



Dibujo hecho por el alumno salvo el punto P, marcado por el entrevistador.

R[5] – ¿El campo eléctrico en ese punto?
P – Sí.
R – ¿No hay otra carga en P?
P – No.
R – (Se espera el tiempo considerado adecuado, aproximadamente 20 segundos, y no responde).
P – Si tienes sólo una carga puntual positiva +q. ¿Podrías representar el campo eléctrico de esa carga en el punto P?



R – Vamos a ver... (no continúa)
P – ¿Existe campo eléctrico en P?
R – Yo creo que no. No sé, realmente pienso que deben haber dos cargas. No hay campo eléctrico porque esa carga no tendría fuerza[6] de atracción ni de repulsión, debería haber otra carga; si existiera otra carga habría fuerza de atracción o repulsión, entonces habría campo eléctrico. Para existir campo eléctrico deben existir fuerzas ¿no?

1.2. Campo eléctrico de una carga es una región limitada alrededor de la carga, en que cargas colocadas en su interior "sufren" la fuerza de la carga generadora del campo (4 alumnos).

Ejemplo: Alumno 13.

P – ¿Qué entiendes por campo eléctrico de una carga?
R – Es una región más o menos próxima de la carga donde otras van a sufrir alguna influencia, una fuerza o cosa de ese tipo, va a haber una influencia de la carga sin que sea necesario tocarla, una zona del espacio donde si se aproximara otra carga va a recibir una influencia de esa carga q, es una zona allí (apunta).

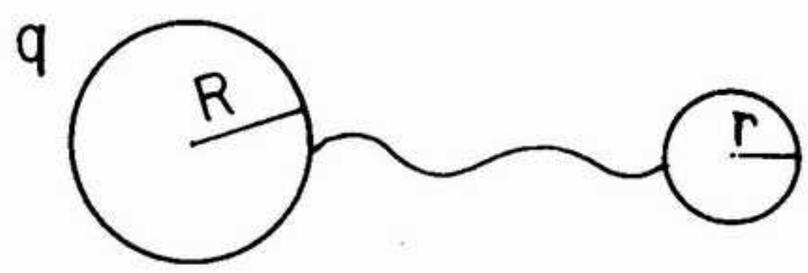
Vale la pena señalar que sólo una estudiante se refirió a campo eléctrico de una carga puntual como una función de punto vectorial (aunque no usó esa terminología).

Un alumno se refirió a campo eléctrico de una carga como una perturbación causada por la carga en el medio donde se encuentra; tal vez estuviera latente la idea de función, sin embargo no fue posible conseguir mayor información al respecto sin sugerir.

2. **De potencial eléctrico**
(13 alumnos entrevistados)

La tarea propuesta fue la siguiente: ¿Qué ocurre al unir una esfera conductora de radio R y

carga q con otra esfera conductora de radio r(r < R) descargada, a través de un hilo conductor largo y fino?



Sólo un estudiante se refirió específicamente a potencial al serle presentada la tarea, sin embargo se trataba de un aprendizaje mecánico.

Ejemplo: Alumno 5.

R – Hay un movimiento de electrones desde la esfera de radio r para la esfera de radio R porque las cargas positivas de la esfera mayor (él las supuso positivas) atraen los electrones de la esfera descargada.

P – Ese movimiento de electrones del que hablas, ¿cesa en algún momento?

R – Sí.

P – ¿En qué momento?

R – Cuando las esferas tengan el mismo potencial.

P – ¿Por qué?

R – (Demora en responder) No sé, sólo recuerdo que alguna vez leí eso en un libro.

P – ¿Qué entiendes por potencial?

R – Capacidad para ceder o absorber cargas.

Otros dos alumnos se refirieron a que el movimiento de cargas cesaría al alcanzar el equilibrio las esferas, entendido ese equilibrio como el momento en que se cumplía la relación q'/R = q''/r, siendo q' la carga de la esfera de radio R y q'' la carga de la esfera de radio r; sin embargo ninguno de ellos fue capaz de explicar por qué, al cociente q/r no se le atribuía ningún significado (lo que de algún modo muestra que se trataba de un aprendizaje mecánico).

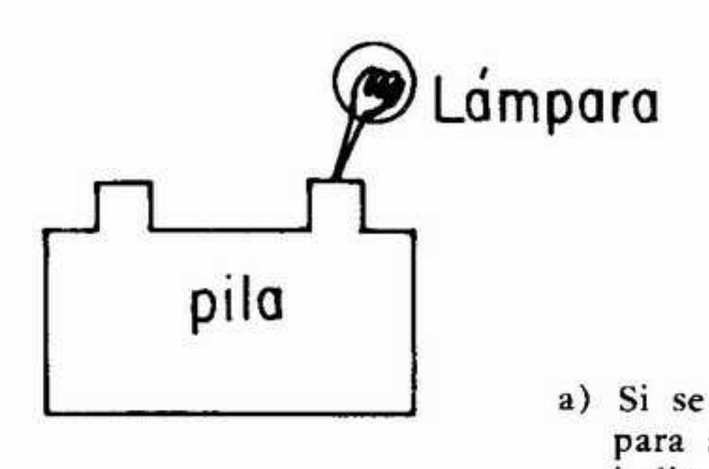
Tres alumnos respondieron a la tarea asegurando que el movimiento de cargas de una esfera a la otra cesaría cuando la carga de las esferas fuera proporcional a su tamaño, entendido este como radio o superficie de las esferas; no consiguieron justificar sus respuestas.

El resto de los estudiantes fijó su atención sólo en la variable carga, y es así como respondieron que el movimiento de cargas cesaría cuando ambas esferas tuvieran igual carga, o bien cuando toda la carga de la esfera cargada pasara a la descargada (mientras existieran, por ej., cargas positivas en exceso en la esfera de radio R ellas atraerían a los electrones de la esfera de radio r), o bien cuando la esfera menor ya no pudiera recibir más carga (ya no pudieran "caber" más cargas en su superficie).

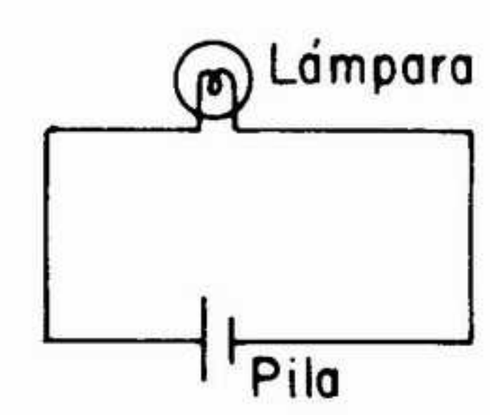
Podría decirse que, de manera general, y considerando el conjunto de respuestas que se obtuvo de los alumnos en relación a esta situación, el concepto de potencial no tiene significados para ellos, o si tiene alguno, él aparece sólo al presentar a los estudiantes tareas relativas a circuitos eléctricos; en tal caso se relaciona diferencia de potencial con intensidad de corriente y resistencia (V = IR), como se verá más adelante.

3. De intensidad de corriente y diferencia de potencial en circuitos eléctricos simples (10 alumnos entrevistados).

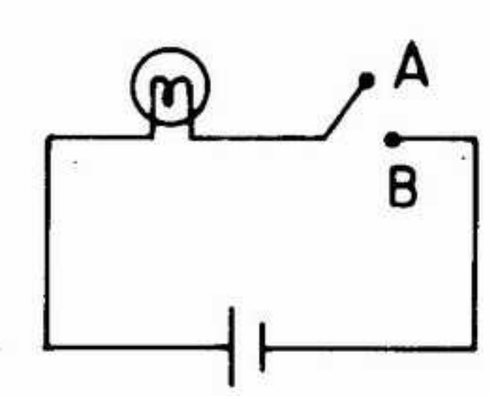
Las tareas propuestas fueron las siguientes:



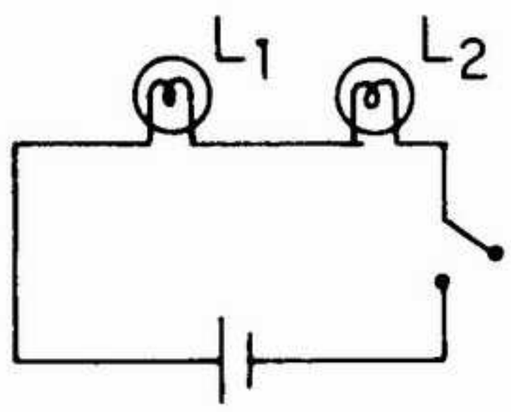
a) Si se conecta una lámpara a una pila, como indica la figura 1, ¿brilla o no?



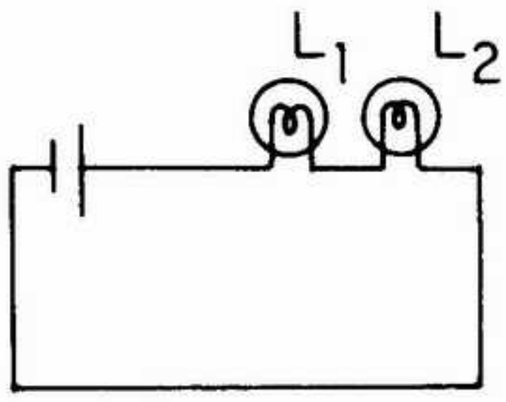
b) ¿Puedes explicar lo que ocurre en un circuito que contiene una pila y una lámpara?



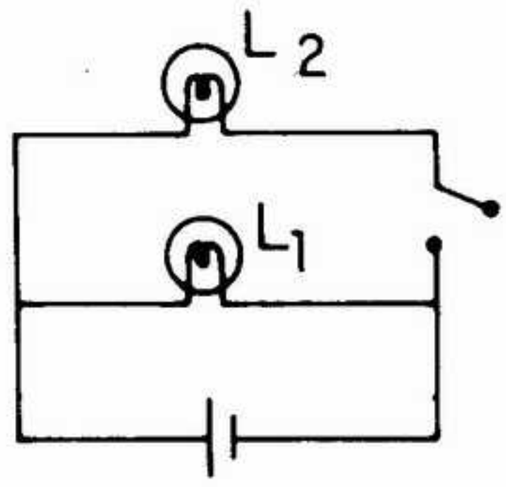
c) ¿Cuál es la diferencia de potencial entre los puntos A y B cuado el interruptor está abierto?



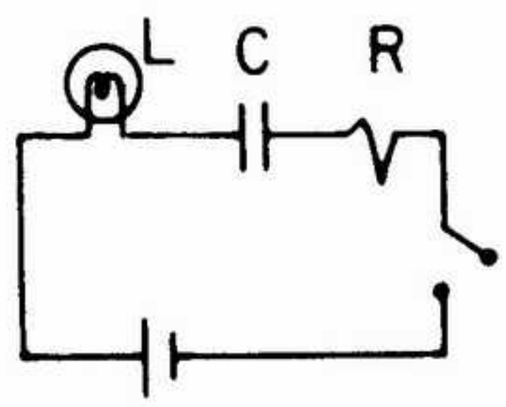
d) L_1 y L_2 son dos lámparas idénticas. Al cerrar el interruptor, ¿qué lámpara brilla más o brillan las dos de la misma manera?



e) Si se saca L_2 del circuito, ¿L_1 continúa brillando de la misma manera o muda su brillo?



f) (L_1 idéntica a L_2).
¿Al cerrar el interruptor, L_1 va a brillar más, igual o menos de lo que brillaba cuando el interruptor estaba abierto?



g) (C es un capacitor que está descargado antes de cerrar el interruptor, R un resistor y L una lámpara).
¿Al cerrar el interruptor, brilla L?

Todos los estudiantes usaron el término corriente eléctrica o simplemente corriente para referirse a lo que podría ser intensidad de corriente eléctrica.

Pocos alumnos se refirieron espontáneamente a "tensión", "voltaje" o diferencia de potencial (siendo este último término todavía más raramente usado).

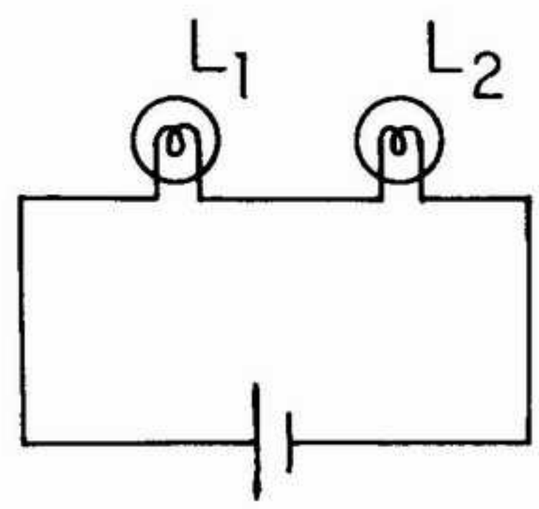
En general, la "corriente" fue el primer concepto (intuitivo o no) usado para describir los circuitos eléctricos y explicar su funcionamiento.

Para algunos estudiantes la corriente tiene los siguientes atributos o propiedades:

3.1. La corriente "sale" del polo positivo de una pila con un valor constante, independiente de las resistencias que haya en el circuito (es una característica de la pila) (6 alumnos).

Ejemplo: Alumno 07

P — ¿Si en este circuito fuera quitada la lámpara L_2, le ocurrirá algo al brillo de L_1?



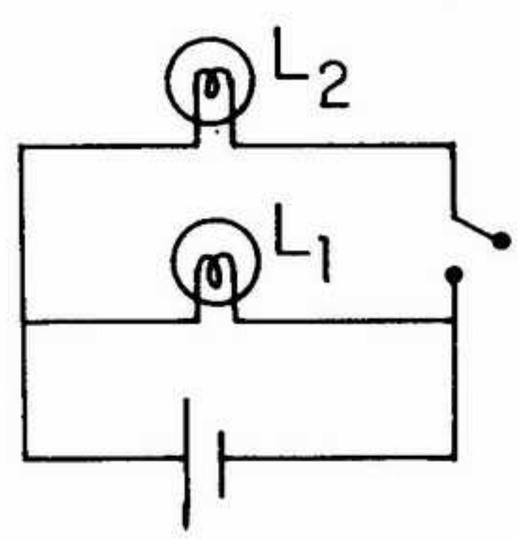
R — Déjeme ver, ..., no, creo que no.

P — ¿Por qué?

R — Porque la corriente que entra en L_1 es la misma.

(En otro trecho de la entrevista del mismo alumno).

P — ¿Al cerrar el interruptor le ocurre algo al brillo de L_1?



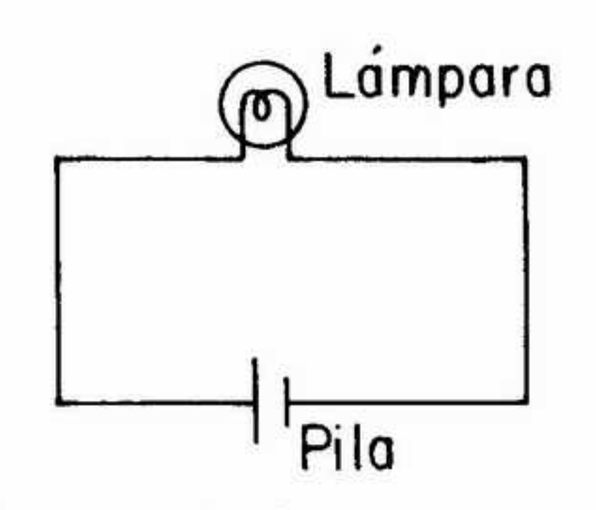
R — Va a disminuir a la mitad. Como están en paralelo, hay una corriente que sale de aquí (muestra polo positivo de la pila) y en este punto (muestra el nodo izquierdo) se divide; la mitad pasa por L_1 y la mitad por L_2. El brillo de L_1 va a ser la mitad y esa otra (L_2) va a iluminar la mitad.

3.2. La corriente que "sale" del polo positivo de una pila es "consumida" o "usada" a lo largo de un circuito en serie por cada

elemento (resistor o capacitor en los circuitos usados) que ella va encontrando en su camino. La "corriente" no se conserva, parte de ella se pierde cada vez que atraviesa un elemento del circuito, hasta "entrar" en el polo negativo de la pila (6 alumnos).

Ejemplo: Alumno 07.

P – ¿Me puedes explicar lo que ocurre en un circuito como éste?



R – La lámpara enciende.

P – ¿Por qué enciende?

R – Porque circula corriente, hay cargas que se mueven.

P – ¿Y qué ocurre con esas cargas que se mueven?

R – Ese movimiento de cargas llega a convertirse en energía luminosa.

P – Trata de explicarme lo mejor que puedas.

R – Es difícil dar una explicación. Habiendo un movimiento de cargas hay energía cinética y esa energía cinética parece que mediante no sé qué puede ser transformada en energía luminosa. Hay un paso de electrones que hacen brillar la lámpara, sin embargo esos electrones ya se convirtieron... no sé, no estoy seguro si son los mismos electrones que con su movimiento hacen la lámpara brillar o si hay una conversión en energía luminosa.

P – ¿Si quisieras medir la corriente que circula por la lámpara, cómo lo harías?

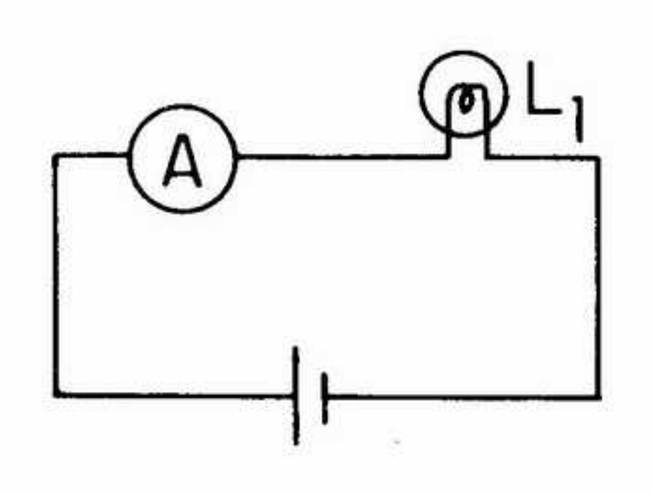
R – Usando un instrumento.

P – ¿Cómo lo ligarías?

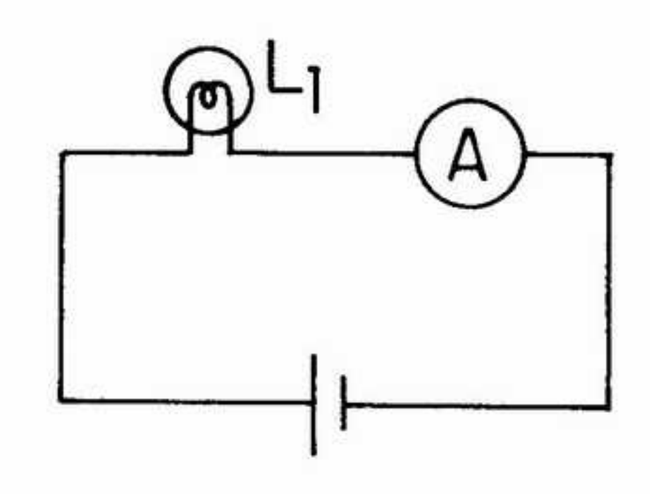
R – Aquí (muestra entre polo positivo de la pila y la lámpara).

P – Liga.

R – (Tiene dificultad en hacerlo y es ayudado por el entrevistador).



P – ¿No podrías haberlo ligado en esta otra posición?



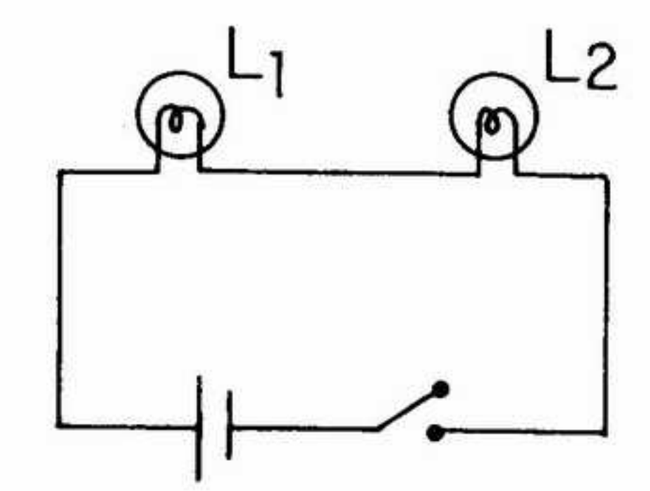
R – Debo colocarlo antes de llegar a la lámpara.

P – ¿Por qué piensas que debe ser conectado antes de llegar a la lámpara?

R – Tengo una idea de que existe una resistencia y si se tiene una resistencia entonces la corriente variará. Para saber la corriente que esas pilas (eran dos pilas en serie) causan debería colocarlo aquí (muestra entre polo positivo de la pila y la lámpara).

(El mismo alumno en otro trecho de su entrevista).

P – L_1 es idéntica a L_2. ¿Al cerrar el interruptor, cuál lámpara va a brillar más o las dos brillan de la misma manera?



R – Brillará más la primera.

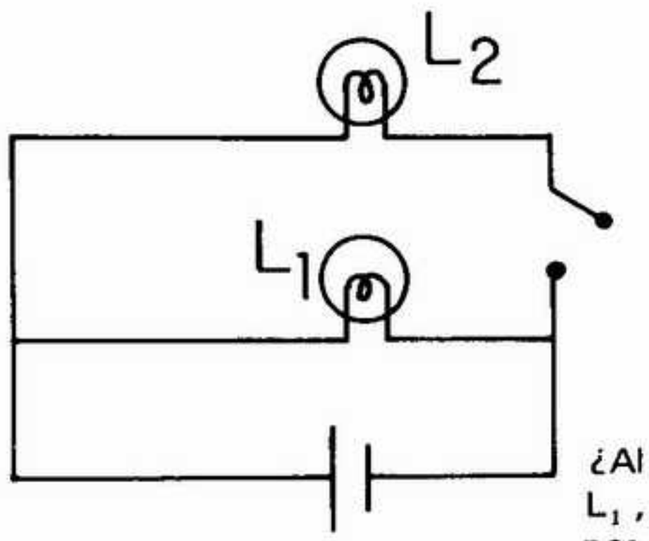
P – ¿Cuál es la primera?

R – Esta (muestra L_1), a la primera que llega. Como parte de la energía se convierte en energía luminosa, entonces sobra menos para iluminar la segunda.

(Cuando el alumno cerró el interruptor y observó lo que ocurría, exclamó: ¡Mirá! ¿Y esa conexión es en serie?).

Cinco alumnos atribuyeron a la corriente las propiedades 3.1. y 3.2. , lo que significa que usaron un modelo que se ha llamado modelo secuencial (Shipstone, 1984) o que usaron lo que Closset (1983) ha llamado razonamiento secuencial: la corriente "sale" del borne positivo de una pila con un valor constante (que sólo depende de la pila) y se modifica (debili-

ta) progresivamente cada vez que atraviesa un elemento (resistor o capacitor, en este caso) del circuito. Si se agrega un resistor u otro elemento a un circuito en serie, esta mudanza local va a influenciar la corriente sólo en el momento y el lugar en que ella se "tope" con ese nuevo elemento, antes no. El circuito no es tratado como un sistema en que cada modificación local produce una modificación global.
En relación a la diferencia de potencial, sólo tres alumnos se preocuparon en algunas situaciones de la diferencia de potencial entre los extremos de una lámpara para dar sus respuestas. El resto siempre utilizó la corriente para hacerlo; como consecuencia de ello, las respuestas dadas a ciertas tareas, agregado el hecho de manejar un concepto intuitivo "corriente" o usar inadecuadamente la relación V = IR, fueron erradas. A continuación se citan ejemplos para ilustrar esto último.
Con respecto a la tarea f):



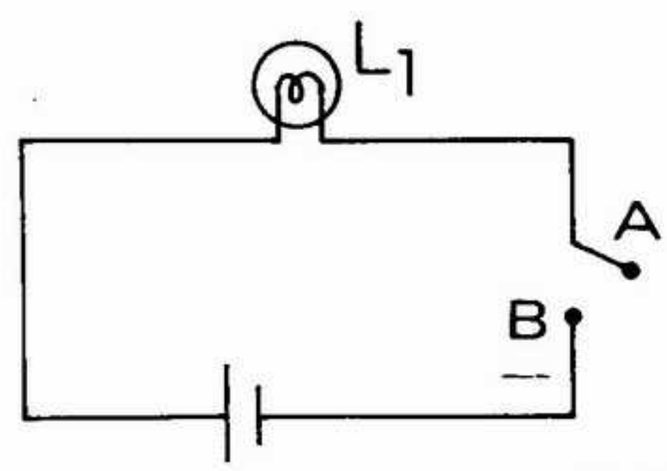
¿Al cerrar el interruptor L_1, brilla más, igual o menos que cuando el interruptor estaba abierto?

Siete alumnos respondieron que el brillo de L_1 variaba (aquí no se aclaró si la pila tenía o no una resistencia interna que debiera ser considerada, pero el entrevistador estaba consciente de este hecho) y lo justificaron de dos maneras:

a. La corriente en el nodo se divide, luego la corriente que pasa por L_1 es la mitad de la que pasaba cuando el interruptor estaba abierto (se piensa que la corriente que sale de la pila no varía al cerrar el interruptor); L_1 brilla entonces menos al estar el interruptor cerrado (6 alumnos).
b. La corriente aumenta porque resistores en paralelo dan una resistencia equivalente menor, luego L_1 brilla más (1 alumno).

En la tarea g) (aquella en que el circuito incluía un capacitor), donde se esperaba que los alumnos se refirieran a la diferencia de potencial entre las placas del capacitor o entre los extremos de la lámpara, sólo un alumno lo hizo y dio la respuesta correcta. Para el resto, el circuito tenía un funcionamiento misterioso (por ej., el capacitor se cargaba y descargaba), o sirvió para confirmar o hacer aflorar la utilización del modelo secuencial, o, simplemente no se dio respuesta a la tarea por decirse desconocida la función del capacitor.

Con respecto a la tarea c):



¿Cuál es la diferencia de potencial entre A y B cuando el interruptor está abierto?

Seis alumnos respondieron que era cero porque no circulaba corriente. Tal como lo señalan Cohen et all. (1983) la relación V = IR es usada e interpretada de manera incorrecta. Los alumnos razonan $I = 0 \Rightarrow \Delta V = 0$.
El que los estudiantes eviten referirse a diferencia de potencial está indicando el poco significado que tiene para ellos tal concepto.

Conclusión

Tal como se señaló en la introducción, este es un primer estudio que necesita ser continuado con el objeto de reunir información suficiente acerca de algunos conceptos intuitivos manejados por los estudiantes (en electricidad) que ayude a planear una enseñanza que les posibilite el aprendizaje de los conceptos científicos.

Tal como lo señala Ausubel (1976) si los estudiantes no disponen de los subsunsores adecuados, no será posible que el aprendizaje por ellos logrado sea un aprendizaje significativo. El decir adecuados tiene una doble dimensión: pertinencia al material a ser presentado y corrección.

En la medida que se vayan produciendo conocimientos acerca de los conceptos intuitivos usados por los estudiantes, y gracias a que algunos conceptos intuitivos, investigados hasta el momento, han mostrado ser compartidos por un alto número de estudiantes de escolari-

dad semejante, más probabilidad hay de que la labor de un profesor preocupado de ayudar a aprender a sus alumnos sea facilitada.

NOTAS

1. Conjunto de ideas, conceptos, proposiciones y relaciones entre ellos que tiene un individuo en una cierta área del conocimiento.
2. Universidad Federal del Río Grande del Sur - Brasil
3. Nombre con que actualmente se conoce este método clínico por ser una conversación entre 2 personas con un objetivo diferente del placer de conversar.
4. P indica pregunta del entrevistador.
5. R indica respuesta del estudiante.
6. Viennot (1979) ha señalado que algunos alumnos se refieren a la fuerza que tiene un objeto y este estudiante comparte esa terminología, lo que indica que su concepto de fuerza no coincide con el científico.

REFERENCIAS

AUSUBEL, D. P.: *Psicología educativa; un punto de vista cognoscitivo*. México, Editorial Trillas, 1976. 769 p.

CLOSSET, J. L.: *Le raisonnement sequentiel en electrocinetique. Thèse de troisième cycle*. Paris, Université Paris VII, 1983.

DRIVER, R.: "Pupil's alternative frameworks in science". *European Journal of Science Education 3* (1): 93-101, 1981.

HELM, H. and NOVAK, J. D. (Eds.): *Proceedings of The International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics*. Ithaca, N. Y., Cornell University, June 20-22, 1983.

PIAGET, J.: *La representación del mundo en el niño*. (La representation du monde chez l'enfant, 1926) Madrid, Morata, 1973,

PINES, A. L.; NOVAK, J.; POSNER, G. and VAN KIRK, J.: *The clinical interview: a method for evaluating cognitive structure*. Department of Education, Curriculum Series Nro. 6, Ithaca, N. Y., Cornell University, 1978.

SHIPSTONE, D. M.: "A study of children's understanding of electricity in simple D. C. circuits". *European Journal of Science Education 6* (1): 185-198, 1984.

VIENNOT, L.: "Spontaneous reasoning in elementary dinamics". *European Journal of Science Education 1* (2): 205-221, 1979.

ANALISIS CRITICO DE LA INTRODUCCION DE LA FISICA MODERNA EN LA ENSEÑANZA MEDIA

D. GIL PEREZ*, F. SENENT y J. SOLBES***

* Instituto de Ciencias de la Educación. Universidad de Valencia.

** Departamento de Física Fundamental. Universidad de Valencia.

SUMMARY: *This paper deals with the introduction of Modern Physics in high school curricula, trying to answer to these questions:*

- *How are Modern Physics concepts introduced?*
- *Do pupils get a correct understanding of these concepts?*

Some results are given which show the need of a deep change in the way Modern Physics concepts are usualy taught.

El desarrollo científico contemporáneo, implica que los curriculum de Física y Química, tanto en el primer ciclo universitario como en la enseñanza media, incluyan —como es lógico a fines ya del siglo XX— temas que suponen el manejo de ideas y conceptos propios de lo que se conoce como Física moderna —la que requiere para su interpretación de la Física relativista y/o cuántica (Laloe 1984).

Este manejo plantea serias dificultades y constituye un punto claramente problemático de la enseñanza de la Física (International Commision of Physics Education of IUPAP 1981).

En relación con ello el presente trabajo aborda las siguientes cuestiones: ¿hasta qué punto las ideas y conceptos básicos de la Física moderna son introducidos correctamente en la Enseñanza media?, y ¿alcanzan los alumnos una comprensión aceptable de dichas ideas y conceptos?

Hipótesis y fundamentación de las mismas

Una de las líneas de investigación que se ha mostrado más fecunda en estos últimos años es la relativa a las dificultades que aparecen en el aprendizaje de los conceptos clave de las ciencias (Carrascosa 1983). Estas dificultades aparecen asociadas a la existencia de preconceptos que muestran una extraordinaria resistencia a ser desplazados por las ideas científicas que el profesor intenta enseñar. Los estudios realizados señalan como una causa importante de la persistencia de los preconceptos el hecho de que la enseñanza habitual de las ciencias no los tiene en cuenta, o dicho de otro modo, no plantea el aprendizaje como cambio conceptual, como ruptura con las concepciones del "sentido común" que la experiencia cotidiana, el lenguaje, etc. han originado y afianzado (Posner et all., 1982).

Cabe así considerar que las dificultades encontradas por los alumnos en el aprendizaje de, por ejemplo, la Mecánica, son paralelas a las que históricamente se produjeron en el paso del paradigma aristotélico-escolástico a las concepciones clásicas. Como es bien sabido ello exigió un verdadero cambio conceptual y metodológico que sería necesario provocar también en los alumnos a través de un aprendizaje acorde con las características del trabajo científico (Gil y Carrascosa 1985).

Centrándonos ahora en la cuestión que nos ocupa de la introducción de la Física moderna, idénticas consideraciones permiten suponer que sólo la presentación de las nuevas concepciones como ruptura con las clásicas (a partir de la imposibilidad de estas para dar solución a determinados problemas) y siguiendo planteamientos acordes con la metodología científica, haría posible un aprendizaje significativo.

Nuestra hipótesis sin embargo es que también en este campo se plantea la simple transmisión verbal de conocimientos ya elaborados con todas sus consecuencias inhibitorias de un aprendizaje significativo (Gil, 1983).

Dicho de otro modo, según dicha hipótesis:

1. La introducción de la Física moderna se plantea sin tomar como punto de partida las dificultades insuperables que originaron la crisis de la Física clásica, los límites de validez de ésta, ni intentar mostrar las diferencias entre la visión clásica y la moderna sobre el comportamiento de la materia.
   En definitiva, la enseñanza de la Física moderna viene caracterizada por una introducción desestructurada que simplemente yuxtapone (o incluso mezcla) las concepciones clásicas y las modernas, perjudicando por tanto la correcta comprensión de ambas y proporcionando una imagen deformada (muy lineal) de cómo se desarrolla la ciencia y de la propia metodología científica.
2. En consecuencia, dicha presentación dificulta que los alumnos alcancen una mínima comprensión, ni siquiera cualitativa, de las ideas y conceptos fundamentales del nuevo paradigma.
3. Cabe incluso esperar que dicha presentación, por su propia orientación que enmascara la ruptura conceptual que supone la Física moderna, vaya acompañada de la introducción, en los mismos textos, de errores en torno a los conceptos clave.

Diseño Experimental

Con objeto de contrastar la hipótesis emitida se ha planteado, básicamente, el siguiente diseño experimental:

- El análisis de textos utilizados en la Enseñanza media.
- Cuestionarios dirigidos al profesorado de Física y Química.
- Cuestionarios dirigidos a alumnos de Enseñanza media.

Para el análisis de textos se han elaborado dos cuestionarios (Brattin et all., 1982). El primero de ellos está dirigido a constatar si, como prevé la hipótesis enunciada, la mayoría de los textos realizan una introducción desestructurada de la Física moderna. Más concretamente, ello supone ver si los textos:

- Realizan o no una síntesis de la Física clásica.
- Explicitan o no la visión del comportamiento de la materia que proporciona la Física clásica.
- Se refieren o no a la crisis de la Física clásica y sus causas.
- Señalan o no los límites de validez de la Física clásica.
- Explicitan o no que la Física moderna constituye un nuevo cuerpo de conocimientos en ruptura con la visión clásica y proporciona una imagen diferente del comportamiento de la materia.
- Hacen referencia o no al importante desarrollo científico y tecnológico que facilitó la nueva Física.

El segundo cuestionario está centrado en el análisis de graves errores detectados por diversos autores en los textos en torno a cuatro aspectos clave de la nueva Física. Concretamente la incorrecta comprensión de:

- Las relaciones masa/energía.
- La dualidad onda/corpúsculo.
- Las relaciones de indeterminación.
- La idea de partícula elemental.

El análisis intenta constatar:

- La introducción directa de errores por interpretaciones incorrectas que a menudo coinciden con las que se cometieron en la génesis de la Física moderna y en desacuerdo con las concepciones actualmente vigentes (Warren 1976). Como señala Lehrman (1982) algunos de dichos errores aparecen hoy en los textos por un mecanismo de transmisión debido a la aceptación acrítica de lo incluido en textos anteriores.
- La falta de tratamiento clarificador, lo que equivale a provocar el error al no mostrar cómo las ideas introducidas entran en conflicto con las clásicas (y con la estructura conceptual de los alumnos), con lo que las posibilidades de cambio conceptual son prácticamente nulas.

Este análisis se ha realizado independientemente por dos investigadores —con objeto de comprobar la fiabilidad de los resultados obte-

nidos— con una amplia muestra de textos de Física y Química de 2° y 3° de BUP y de Física de COU[1]

Por otra parte y con objeto de constatar hasta qué punto el profesorado no se plantea una introducción de la Física moderna como ruptura con la Física clásica, ni tiene en cuenta las dificultades y errores que la introducción habitual comporta, se ha procedido en primer lugar a plantear, durante los cursos de formación del profesorado, la siguiente cuestión abierta:

> *"Indicar, justificando brevemente, qué aspectos de la Física moderna convendría introducir en un curriculum de Física y Química de Enseñanza media. Precisar en cada caso si se propone una introducción cualitativa o cuantitativa y establecer el orden en que convendría introducir los distintos aspectos".*

Por otra parte, y tras cumplimentar la cuestión anterior se ha proporcionado a los mismos profesores en formación las partes de los temarios oficiales de Física y Química de 3° de BUP y de COU relacionados con la Física moderna con objeto de solicitar su análisis crítico y juzgar su validez para introducir la nueva Física en la Enseñanza media.

También aquí la hipótesis de partida ha sido que, pese al carácter absolutamente desestructurado de los temarios oficiales[2], el profesorado, mayoritariamente, no señalaría los inconvenientes de esta forma de introducción.

Por último se ha elaborado un cuestionario (en tres partes que han sido pasadas sucesivamente para evitar contaminación en las respuestas) con el que se intenta contrastar la hipótesis de que los alumnos, debido a la enseñanza recibida:

- No conocen siquiera la existencia de crisis fundamentales en el desarrollo de la Física.
- No asocian el surgimiento de la Física moderna a la existencia de algunos problemas que no encontraron solución en el marco de la Física clásica.
- No llegan ni a indicar algunas diferencias clave en las visiones que la Física clásica y la Moderna proporcionan del comportamiento de la materia.
- Incurren en graves errores de interpretación de aspectos clave en la Física moderna como: la variación de la masa con la velocidad y el carácter límite de la velocidad de la luz c, la dualidad onda/corpúsculo y la indeterminación en el comportamiento de las partículas.

Análisis de resultados

El análisis de textos se ha realizado con una muestra de 42 textos (14 de 2° de BUP, 15 de 3° y 13 de COU). La tabla I recoge los porcentajes de textos en los que no aparecen ni siquiera un breve párrafo que haga referencia a los aspectos indicados en el cuestionario. La simple lectura de los porcentajes muestra que la mayoría de los textos dan una visión desestructurada que yuxtapone o incluso mezcla las concepciones clásicas y modernas sin hacer referencia a la existencia de una neta ruptura entre ambas.

TABLA I

Porcentajes de textos que no incluyen ni siquiera breves referencias a los aspectos que se indican.
(N = 42 textos: 14 de 2° de BUP, 15 de 3° y 13 de FISICA de COU)

	ASPECTO ANALIZADO	% de textos que no hacen referencias a dichos aspectos	
		%	Sd
1•	¿Se sintetizan en algun momento las principales conquistas de la Física clásica, tanto científicas como técnicas?	95.2	3.3
2•	¿Se hace referencia a la imágen del comportamiento de la materia que proporciona la Física clásica, así como a sus hipótesis subyacentes?	95.2	3.3
3•	¿Aparece tratada la crisis de la Física clásica?	83.3	5.8
4•	¿Se hace referencia en algun momento a los límites de validez de la Física clásica?	90.5	4.5
5•	¿Aparece la Física moderna como un nuevo cuerpo de conocimientos que rompe con la visión clásica, dando una imágen diferente del comportamiento de la materia?	90.5	4.5
6•	¿Se hace referencia explicita al importante desarrollo científico y tecnológico que facilitó la nueva Física?	95.2	3.3

La tabla II muestra los porcentajes de textos que no tratan debidamente cuatro aspectos clave de la nueva Física. Los resultados se han obtenido a partir de textos de 3° y COU únicamente (dado que en 2° no aparecen en el temario dichas cuestiones). Los resultados se han obtenido sumando, por las razones expuestas en el diseño, los textos en que se presentan errores explícitos con los que ni siquiera intentan clarificar la cuestión.

Además de señalar los elevados porcentajes de textos en que no se presenta un tratamiento correcto (que oscilan en todas las cuestiones alrededor del 70%) indicaremos que los errores más frecuentes se refieren a:

- La afirmación de supuestas transformaciones de masa/energía. Conviene precisar que este mismo error ha sido detectado incluso en abundantes textos estadounidenses de nivel universitario (Lehrman 1982) pese a que en la literatura se ha denunciado el error que ello supone (Warren 1976).
- La reducción de la dualidad onda/corpúsculo a sólo el aspecto ondulatorio o sólo al aspecto corpuscular (Wheaton 1984).
- La interpretación de la indeterminación cuántica como falta de precisión de los instrumentos o como pura aleatoriedad (Chevalley 1984).
- La interpretación mecanicista de las partículas elementales como componentes "últimos" sin estructura interna (Rydnik 1978).

TABLA II

Porcentajes de textos que no tratan debidamente los aspectos que se indican.
(N = 28 textos: 15 de 3° de BUP y 13 de COU)

	ASPECTO ANALIZADO	% de textos que no tratan debidamente dicho aspecto: %	Sd
1•	Relaciones masa/energía	78.6	7.8
2•	Dualidad onda/corpúsculo	67.9	8.8
3•	Relaciones de indeterminación	71.6	8.5
4•	Idea de partícula "elemental"	78.6	7.8

En cuanto a los resultados obtenidos en la cuestión abierta que fue planteada a los profesores en formación —sobre qué aspectos de la Física moderna convendría introducir en la enseñanza media y por qué razones—, evidencian una casi total falta de criterios para el establecimiento del correspondiente curriculum. De hecho tan sólo un 12.3% (sd = 4.1) citó alguna razón justificativa o alguna observación relativa a la necesidad de mostrar la crisis de la Física clásica o las diferencias entre ésta y la Física moderna.

Similares resultados se obtienen con la propuesta de análisis crítico de los temarios oficiales: el 78.5% no señalaba ningún inconveniente ni se refería a carencia alguna.

La tabla III recoge los porcentajes de alumnos (de un total de 536 de los que 189 eran de 2° de BUP, 202 de 3° y 145 de COU) que:

- Desconocían la existencia de la crisis de la Física clásica.
- No citan ninguno de los problemas que provocaron dicha crisis.
- No mencionan ninguna de las diferencias entre Física clásica y Física moderna.

TABLA III

Porcentajes de alumnos que contestan incorrectamente las cuestiones que se indican.
(N = 536 alumnos: 189 de 2° de BUP, 202 de 3° y 145 de COU)

CUESTIONARIO PARA ALUMNOS (1° parte)

1• El desarrollo de los conocimientos científicos, concretamente en el campo de la física, no ha sido un proceso puramente acumulativo de "más y más conocimientos", sino que estos se han estructurado en grandes cuerpos teóricos claramente diferenciados y el paso de uno a otro ha significado auténticas crisis.
Indicar muy brevemente las crisis que se han producido en el desarrollo de la física.

CUESTIONARIO PARA ALUMNOS (2° parte)

1• Hacia 1860, los físicos creían que la física había alcanzado su máximo desarrollo y que sólo eran posibles pequeños cambios y avances secundarios.
Pero a comienzos del siglo XX se descubrieron una serie de hechos que no encontraron justificación en el marco de la física clásica y que provocaron una crisis que se tradujo en el surgimiento de un nuevo marco teórico (la física moderna).
Cita, como mínimo, 3 de esos hechos.

2• La física clásica da una visión del comportamiento de la materia distinta de la visión que proporciona la física moderna.
Cita, como mínimo, 3 de esas diferencias.

Estos porcentajes oscilan en todos los casos entre el 80 y el 94%.

Finalmente, la tabla IV recoge el cuestionario planteado a los alumnos (202 de 3° y 145 de COU) sobre aspectos clave del comportamiento de la materia así como los porcentajes de respuestas incorrectas desde el punto de vista de la Física moderna. Dichos porcentajes (que oscilan entre el 82.7 y el 93.1 %) verifican claramente que los alumnos no saben interpretar correctamente la variación de la masa con la velocidad y el carácter límite de c, el comportamiento ondulatorio de los electrones y son incapaces de argumentar, a la luz del comportamiento cuántico de la materia, contra la existencia de órbitas prevista en el modelo de Bohr-Sommerfeld.

Conclusiones y perspectivas

Los resultados del presente trabajo permiten avanzar las siguientes conclusiones:

1. Tanto el profesorado como los libros de texto realizan una introducción desestructurada de la Física moderna, que no pone de manifiesto su ruptura con la Física clásica y la existencia de diferencias entre ambas y que introduce errores conceptuales en las ideas básicas de Física moderna.
2. Esto provoca que los alumnos alcancen una escasa comprensión no sólo de la Física moderna, sino también de la clásica, al no tener claros sus límites o las diferencias entre ambos paradigmas.

Surge así la necesidad de proporcionar una visión clara y elemental de la Física moderna que parta de la crisis de las concepciones clásicas y muestre cualitativamente las características del nuevo paradigma. Actualmente estamos ensayando materiales didácticos que han sido elaborados con este fin en una perspectiva de aprendizaje como cambio conceptual y metodológico (Gil y Carrascosa 1985).

Porcentaje de respuestas incorrectas

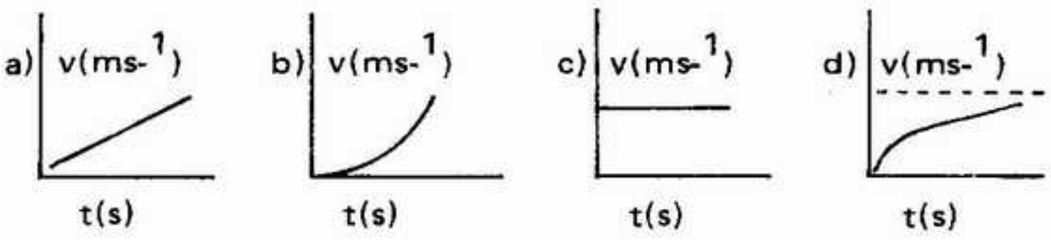
	2° BUP		3° BUP		COU	
	%	Sd	%	Sd	%	Sd
Cuestión 1.1	93.6	(1.8)	85.1	(2.5)	86.9	(2.8)
Cuestión 2.1	91.5	(2.0)	84.6	(2.5)	79.9	(3.3)
Cuestión 2.2	94.1	(1.7)	88.5	(2.2)	84.8	(3.0)

TABLA IV

Porcentajes de alumnos que contestan incorrectamente las cuestiones que se indican.
(N = 347 alumnos: 282 de 3° de BUP y 145 de COU)

CUESTIONARIOS PARA ALUMNOS (3° parte)

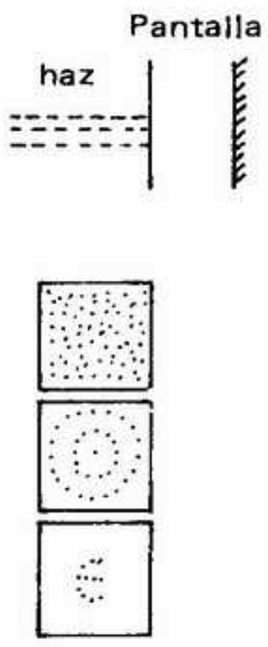
1• Supongamos un cuerpo sobre el cual actúa una fuerza constante.
Indicar qué gráfica representaría mejor la variación de la velocidad que experimenta ese cuerpo segun la física clásica y segun la física moderna.



El comportamiento clásico se representa mejor por la gráfica:
a —
b —
c —
d —
No sé —

El comportamiento segun la física moderna se representa mejor por la gráfica:
a —
b —
c —
d —
No sé —

2• Supongamos que pudiéramos hacer pasar un haz de electrones a través de un estrecho orificio frente al cual se encuentra una pantalla (constituida por una placa fotográfica).
Indicar qué imagen se formaría en la pantalla segun la física moderna.



a) Aparece impresionada toda la placa de forma regular.
b) Aparecen zonas circulares concéntricas impresionadas y no impresionadas.
c) Aparece impresionada la zona que enfrenta con el orificio.

La concepción clásica se ajusta al esquema:
Explicar.
a —
b —
c —
No sé —

La concepción moderna se ajusta al esquema:
Explicar.
a —
b —
c —
No sé —

3• Indica, para interpretar la estructura electrónica del átomo, qué razones existen desde el punto de vista de la física moderna en contra de las órbitas de Bohr-Sommerfeld.

Porcentaje de respuestas incorrectas

	3° BUP		COU	
	%	Sd	%	Sd
Cuestión 3.1.	93.1	(1.8)	89.7	(2.5)
Cuestión 3.2.	93.1	(1.8)	92.4	(2.2)
Cuestión 3.3.	82.7	(2.7)	84.1	(3.0)

Posponemos para otro artículo la publicación de esta segunda parte del trabajo que exige un ensayo reiterado realizado por distintos profesores a lo largo de varios cursos académicos. Sin embargo, los resultados obtenidos hasta aquí con grupos distintos de alumnos muestran tanto una reducción drástica de errores conceptuales como una visión más correcta de la Física moderna y, en definitiva, una significativa mejora en el aprendizaje.

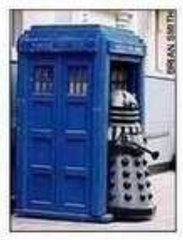
NOTAS

1. BUP: Bachillerato Unificado Polivalente (de 14 a 17 años). COU: Curso de Orientación Universitaria (de 17 a 18 años).
2. El programa oficial de Física y Química de 3° de BUP relacionado con la Física moderna es: Partículas fundamentales. Núcleo atómico. Radioactividad. / Espectros atómicos. Espectros de rayos X. / Efecto fotoeléctrico. Dualidad onda corpúsculo. / Estructura atómica. Sistema periódico./
   Análogamente, el de Física de COU es: Electrónica. Ondas electromagnéticas. / Naturaleza de la luz. Dualidad onda corpúsculo. / Física nuclear de baja y alta energía. Energía nuclear./

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BRATTIN et all., 1982: "Physics texts: An evaluative review", *The Physics teacher*, Vol. 7, pp. 508-518.
2. CARRASCOSA, J., 1983: "Errores conceptuales en la enseñanza de las ciencias: Una revisión bibliográfica", *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 1, pp. 63-65.
3. CHEVALLEY, C., 1984: "Une nouvelle sciencie", *Sciencies et Avenir*, N° 46, pp. 18-25.
4. GIL, D., 1983: "Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las Ciencias", *Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 1, pp. 26-33.
5. INTERNATIONAL COMMISION OF PHYSICS EDUCATION OF IUPAP, 1981: *Quantum Mechanics in the School*, Roland Eötvos University, Budapest.
6. GIL, D. y CARRASCOSA, J., 1985: "Sciencie Learnig as a conceptual and methodological change", *European Journal of Sciencies Education*, Vol. 7, pp.
7. LALOE, 1984: "Le demi-siècle de fidelité d'une grande dame", *Sciencies et Avenir*, N° 46, pp. 75-76.
8. LEHRMAN, R.L., 1982: "Confused physics: A tutorial critique", *The Physics teacher*, 20, pp. 519-23.
9. POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W. y GERTZOG, W. A.; 1982: "Accommodation of a scientific conception: Towards a theory of conceptual change", *Sciencie Education*, Vol. 66, pp. 7-10.
10. RYDNIK, 1978: *Leyes del mundo atómico*, Mir, Moscú.
11. WARREN, J. W., 1976: "The mystery of mass-energy", *Physics Education*, Vol. 11, pp. 52-54.
12. WHEATON, B. R., 1984: "Le duc dans la Mécanique ondulatoire", *Sciencies et Avenir*, N° 46, pp. 42-47.

EX LIBRIS Scan Digit



The Doctor

http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

http://el1900.blogspot.com.ar/

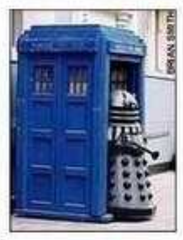
http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/

https://labibliotecadeldrmoreau.blogspot.com/

Revista de Enseñanza de la Física

PROBLEMATICA DE LAS APLICACIONES TECNOLOGICAS DE LA FISICA

EX LIBRIS Scan Digit



The Doctor

http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

http://el1900.blogspot.com.ar/

http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/

https://labibliotecadeldrmoreau.blogspot.com/

DEFENSA NUCLEAR, DESARME Y DESARROLLO

ABDUS SALAM

Premio Nobel de Física: 1979
International Centre for Theoretical Physics - 34100 Trieste - Italia

Traducido al castellano por Aurelia Vincens de Robson
Facultad de Cs. Bioquímicas y Farmacéuticas
Universidad Nacional de Rosario

Colaboró en la traducción de terminología técnica: Eduardo J. Quel
CEILAP - Universidad Tecnológica Nacional.
Instituto Nacional Superior del Profesorado "J. V. González".

1. El "stock" mundial de armas nucleares, que era de 3 en 1945, no ha dejado de crecer desde entonces y llega a 50.000[1] en 1985. *A través de los años se ha gastado casi un trillón de dólares de fondos públicos para perfeccionar su poder destructivo y los medios de usarlas.* Un indicio del terrible poder de estas armas es que el rendimiento explosivo del armamento nuclear acumulado hoy por los EE.UU., la Unión Soviética, el Reino Unido, Francia y China es equivalente a un millón de bombas como la arrojada sobre Hiroshima. Con menos de 800 de estas 50.000 armas se podrían destruir los Estados Unidos y la Unión Soviética. Con mil más se podría, en un intercambio nuclear total, destruir el mundo como planeta habitable terminando con la vida para los que ahora existen, y con las posibilidades de vida para los que aún no han nacido, sin perdonar ninguna nación ni ninguna región del mundo.

Hannes Alfven ha sugerido que para las armas nucleares debería usarse la palabra "aniquiladores" para mostrar a la humanidad su verdadera naturaleza. La terrible realidad acerca de los aniquiladores nucleares es que su poder de destrucción ha disminuido sólo superficialmente. Seguimos pensando en una guerra nuclear en términos de la experiencia histórica de la humanidad con respecto a las guerras del pasado. Así, aunque se reconoce que el único valor de las armas nucleares es la "disuasión" ninguna de las dos superpotencias ha dejado en claro cuántas armas son necesarias para dicha "disuasión"

¿Puede expresarse en términos absolutos el objetivo de la disuasión? ¿Representa un mínimo de 10 armas destructoras de ciudades, ó 1.000? ¿Cuántas vidas, qué proporción de la capacidad industrial del enemigo tienen que ser condenados a la extinción? La incertidumbre de lo que el enemigo pueda hacer como próximo paso estimula las presunciones más extremas y hace de esta competencia un reto interminable.

Los estrategas militares pasaron de la doctrina de "disuasión" a la de "limitación" de daños. "Limitación de daños" significa que las armas nucleares deben tener la capacidad de destruir otras armas nucleares antes de que puedan sembrar muerte y destrucción. De esta manera uno podría justificar los denodados esfuerzos hacia una modernización: una extrema precisión como meta, un MX (misil) con el poder de hacer estallar a otros misiles en sus silos, la sofisticada defensa de la Guerra de las Galaxias por medio de sistemas de satélites[2].

2. No quiero ser malinterpretado; no estoy criticando a una superpotencia en beneficio de la otra. En este artículo usaré principalmente cifras de los EE.UU. sólo porque son las que puedo obtener con mayor facilidad. La verdad es que ambas superpotencias por igual, así como todos los miembros del club nuclear están acusados ante el tribunal de la humanidad.

Una muy pertinente pregunta a este respecto fue hecha por el Secretario General de las Naciones Unidas en su discurso ante la Asamblea General del 12 de diciembre de 1984, manifestando así el sentir de toda la humanidad:

"Al mirar a través de este recinto, veo las delegaciones de 159 naciones miembros. Casi todos los pueblos del mundo están representados aquí. Y todos ellos —todos nosotros— vivimos bajo la amenaza nuclear. Como Secreta-

rio General de esta Organización, sin ninguna otra lealtad que no sea la del interés común, siento que a las potencias líderes en armas nucleares se les puede muy justificadamente hacer la siguiente pregunta:

"¿En virtud de qué derecho deciden ellas el destino de toda la humanidad? Desde Escandinavia hasta América Latina, desde Europa y Africa hasta el lejano Oriente, el destino de todo hombre y de toda mujer está afectado por sus acciones... La responsabilidad asumida por las grandes potencias ya no es sólo hacia sus pueblos: es hacia todas las naciones y todos los pueblos, hacia todos nosotros.

"No se debe permitir qué ninguna confrontación ideológica comprometa el futuro de la humanidad. Nada más y nada menos se está arriesgando las decisiones de hoy que afectan no sólo al presente, sino que ponen en peligro a las generaciones futuras. Al igual que árbitros supremos, con nuestras disputas del momento amenazamos con eliminar el futuro y extinguir las vidas de millones de inocentes antes que nazcan. No puede haber arrogancia mayor. Al mismo tiempo podemos hacer que las vidas de quienes vivieron antes que nosotros carezcan de sentido... Porque tenemos el poder de hacer desaparecer en un conflicto de horas o minutos el trabajo íntegro de la civilización, con toda la herencia cultural de la humanidad...

"En una época de incertidumbre para la juventud y de desesperanza para el pobre y el hambriento, hemos hipotecado de hecho nuestro futuro en favor de la carrera armamentista, tanto nuclear como convencional... El tráfico de armas empobrece al que las recibe y envilece al que las suministra. Aquí hay una notable semejanza con el tráfico de drogas y sin embargo seguimos en el mismo rumbo aun cuando nos enfrentamos con el silencioso genocidio del hambre que hoy azota a millones de nuestros semejantes. La comunidad internacional tiene que concentrarse para actuar sobre el nexo entre el desarme y el desarrollo.

Deberíamos dar pasos concretos y de largo alcance hacia la conversión de las industrias armamentistas militares a de producción civil y deberíamos comenzar a corregir parte del enorme desequilibrio entre la investigación para el desarrollo de armas y la investigación para la reducción y limitación de las armas..."

3. En el contexto de la defensa nuclear, es pertinente contemplar la perspectiva desde el punto de vista de los países en vías de desarrollo.

Para nosotros, los de los países en desarrollo, la seguridad consiste no sólo en la defensa de un "invierno" nuclear, el cual puede desencadenarse sobre la humanidad por accidente o a través de los designios de "maníacos homicidas", sino también de la defensa en guerras convencionales libradas en nuestros territorios.

Desde 1945 hasta el presente se han librado 105 guerras (con 1.000 o más muertes por año), con o sin intervención de las superpotencias. Estas guerras han tenido lugar en 66 países —todos ellos del Tercer Mundo. Doce guerras se están librando aún, y los países más ricos están involucrados en más de un tercio de ellas. "Por término medio, cada una ha durado tres años y medio. En total han causado 16 millones de muertes, la mayor parte en Asia. Camboya perdió 2 millones de vidas, más de la cuarta parte de su población; Vietnam 2 millones y medio, o sea un 6% de su población; Nicaragua, hacia fines de 1983 había perdido un 1,5% de su población con 35.000 muertos y El Salvador 45.000, un tributo del 1%. El mayor número de estas muertes se produjo entre civiles, con incalculables costos materiales y sociales; por ejemplo en Irán, donde el daño a la economía civil puede estar por encima de 100 billones de dólares, o en Afganistán, donde cuatro de cada cinco adultos son analfabetos, fueron destruidos 17.000[3]. Así, la falta de seguridad para nosotros, los del Tercer Mundo, es algo muy cercano, algo con lo que convivimos constantemente.

4. Considerando los gastos militares, convencionales y nucleares, reducidos a números "la carrera armamentista mundial y sus efectos sobre la vida humana pierden fácilmente contacto con la realidad. El actual presupuesto mundial de guerra está alrededor de los 700 billones de dólares, 550 son imputables a los países desarrollados y 150 a los no desarrollados.

Veinticinco millones de hombres están bajo bandera, un billón —la cuarta parte de la población mundial— viven bajo gobiernos militares, y más de nueve millones de civiles han perdido la vida en guerras convencionales des-

de Hiroshima hasta el presente. ¿Cuánto gastan en guerras las superpotencias en la actualidad? En 1982, los gastos militares de los EE.UU. fueron de 855 dólares "per cápita". Compárese con los 75 dólares "per cápita" de la época previa a la segunda Guerra Mundial. El esfuerzo militar ha crecido más rápidamente que el PBI[4]: los EE.UU. gastan el 6,5% del PBI comparado con el 1% anterior a la guerra. Las consecuencias que esto tiene con respecto a la disminución de los gastos sociales no necesita mayores explicaciones. Cifras similares, y aún más rigurosas en proporción, valen para la Unión Soviética.

"Entre 1960 y 1981, en todo el mundo se dedicaron algo así como 5 trillones a gastos militares (de un PBI total de alrededor de 97 trillones). De esta cantidad, 3,2 trillones fueron gastados por las dos superpotencias, un trillón por otros países industrializados y alrededor de 8 trillones por los países en desarrollo, en su mayor parte países de la O.P.E.C. (como dije anteriormente, un trillón de dólares de estos 5 trillones han sido gastados en armas nucleares). *"En tanto que los gastos militares de los países desarrollados subieron en más de 400 billones, su ayuda económica externa subió en menos de 25 billones de dólares"*. En 1982 las expensas militares de las superpotencias fueron 17 veces más grandes que sus extensiones de ayuda a los países necesitados.

Y no son únicamente las superpotencias las que han gastado en guerra con exceso. Con la campaña de los países ricos por vender armas, los países en desarrollo han sido igualmente despilfarradores; "entre los 25 países que desde 1981 han tenido que negociar la refinanciación de su deuda, seis invirtieron más de 1 billón de dólares cada uno en importación de armas, durante los cinco años anteriores a esa fecha. Entre los 25 acumularon una cuenta de 11 billones por armas durante ese período. En 20 países con las deudas externas más grandes, *la importación de armas* entre 1976 y 1980 fue equivalente al 20% del incremento de la deuda".

5. ¿Qué significan estas expensas militares en términos de necesidades humanas no satisfechas? Nuevamente cito a Ruth Leger Sivard:

Pobreza

2.000.000.000 de personas viven con entradas por debajo de los 500 dólares anuales[5]. Por lo menos una persona de cada cinco está atrapada en la pobreza más absoluta, un estado de indigencia tan grande que es igual a un genocidio silencioso.

Trabajo

En el tercer mundo, una persona de cada tres quiere trabajar, y no consigue un trabajo regular. En todos los países la gente joven ha sido más duramente castigada por el desempleo; en los EE.UU. la mitad de los adolescentes negros están sin trabajo.

Alimentación

450.000.000.000 de personas –una décima parte de la humanidad– sufren de hambre y desnutrición.

Hay alrededor de 15 millones de muertes al año por desnutrición e infecciones, condiciones que son evitables y para las cuales la sociedad tiene tanto el saber como los medios para prevenirlas.

Cada minuto mueren 30 niños por falta de alimentos y de vacunas que no son costosas y cada minuto el presupuesto militar mundial absorbe 1,3 millones de los fondos públicos.

Educación

120.000.000 de niños pequeños de edad escolar no tienen escuela donde ir. El descuido de la educación comienza, en realidad, desde las edades más tempranas. Una tercera parte de los niños entre las edades 6 y 11 años no va a la escuela. Más de 250 millones de niños en el mundo no han recibido siquiera una educación básica. Para tener un dato comparativo, el costo de un solo submarino nuclear es igual al presupuesto educacional anual para 160 millones de niños en edad escolar en 23 países subdesarrollados.

6. No seguiré insistiendo en estos puntos, sino que concentraré sólo en una serie de propuestas para restablecer el equilibrio que han hecho reiteradamente ante el Foro de las Naciones Unidas, los gobiernos de Francia, Méjico, Senegal, La Unión Soviética y otros países, así como la Comisión Brandt. Las propuestas contemplan la creación de un Fondo de Desarme Internacional cuyos ingresos se usarían en tareas de desarrollo. Se espera que ese fondo pueda desalentar las inversiones en

la guerra. En todo caso, aliviaría los sentimientos de culpa y la conciencia de la humanidad armamentista. La propuesta más minuciosa es la de Francia, presentada por su presidente Mr. Giscard d'Estaing en su alocución ante la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1978. Esta propuesta, elaborada por el gobierno de Francia en un memorandum (Documento de las Naciones Unidas A/S. 10 A/C 1/28) prevé el fondo como una nueva agencia especializada de las Naciones Unidas, la cual constituiría una manifestación práctica, reconocida por la comunidad mundial, de la relación que existe entre el desarme y el desarrollo. Los contribuyentes al fondo serían aquellos estados que estén más fuertemente armados y más desarrollados; los beneficiarios serían aquellos estados que figuren entre los menos armados y los menos desarrollados.

En principio, el fondo estaría basado en un planteo de "dividendos por desarme", es decir, en recursos liberados por medidas de desarme. No obstante, la propuesta francesa también preveía una fase de transición con un desembolso único de 1 billón de dólares hasta que los recursos derivados de los ahorros por desarme pudieran convertirse en su base a largo plazo. En su fase de transición, las contribuciones al fondo serían fijadas sobre la base de nivel de armamentos de cada estado medido por la posesión de ciertos tipos de sistemas de armas cuya existencia, de acuerdo a la propuesta, pudiera ser objetivamente determinada. El fondo haría donaciones o préstamos a los países en desarrollo, utilizando lo más posible las agencias internacionales para la administración de sus préstamos y donaciones.

En la etapa de transición se podrían usar diferentes criterios para identificar a los países más ricos y más fuertemente armados.

Dando por sentado que los cinco miembros permanentes del Consejo de Seguridad estarían automáticamente incluidos, se sugirieron los siguientes criterios: (estadística de 1977 en dólares del año 1977).

Como parámetro de riqueza	Un P.B.I. de más de 1.000 dólares "per cápita".
Como parámetro de armamentos:	Un nivel de gastos militares por encima del 2% del P.B.I. un volumen de gastos militares por encima de un billón y medio de dólares.

De la suma prevista como contribución durante la etapa de transición, que asciende a 1.000 millones de dólares, un 50% debería corresponder a los armamentos nucleares de los estados y el otro 50% a los armamentos convencionales. El criterio usado para determinar las contribuciones* proporcionales para el sector nuclear de los Estados Unidos de América y la Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas podría ser su número de vehículos, basado en el Tratado SALT. La participación conjunta de estos dos países ascendería a un 80% de la suma total. China, el Reino Unido y Francia contribuirían en conjunto con un 20%.

* Para armamentos convencionales se propone la siguiente contribución:

20% de la Marina	Usando las unidades grandes como parámetro.
40% del Ejército	Usando el número de vehículos pesados armados como parámetro.
40% de la Fuerza Aérea	Usando el número de aviones de combate como parámetro

La información relacionada con este material sería suministrada por las estadísticas más frecuentemente usadas a nivel internacional. En la segunda y última etapa, las contribuciones se determinarían mediante acuerdos de reducción de armamentos. Los estados que serían partes en estos acuerdos, determinarían, a través de negociaciones, lo que para ellos es el óptimo umbral de seguridad, cuyo nivel podría disminuirse en negociaciones subsiguientes. ("La relación entre Desarme y Desarrollo", Publicación de las Naciones Unidas, Nueva York, 1982)

7. Uno puede no estar de acuerdo con los detalles pero la intención de establecer dicho fondo es clara y meritoria. Para la discusión de hoy, propongo que dediquemos nuestro tiempo a tratar las modalidades para establecer dicho fondo y sus usos. Creo que las dos preguntas están relacionadas. Mis comentarios están principalmente dirigidos al último punto.

¿Por qué han sido dejadas de lado hasta el momento tal tipo de propuestas para fondos de desarme? ¿Es que tales resoluciones a nivel de los foros de las Naciones Unidas pocas veces rinden sus frutos entre los delegados? Si tal es el caso, creo que para una mayor efectividad, debemos comprometer a los hombres y mujeres jóvenes —especialmente en los países desarrollados— en la cruzada para lograr que sus gobiernos actúen. La protesta pública, dirigida principalmente contra las armas nucleares tiene hoy firme respaldo.

Aún no está, pero ya se ha convertido en un

saludable contrapeso para *esa política oficial que ha perdido contacto con la realidad.* Es imperativo que este movimiento abarque el tema constructivo del desarrollo además del desarme nuclear y el convencional.

Pero para llevar a cabo esto debemos recordar que los jóvenes de hoy no están motivados por la totalidad de las tareas de desarrollo mundial tanto en el desarrollo en sí como en las fuentes de trabajo, ni siquiera siempre lo están por los peligros del incremento incontrolado de la población, de la polarización de pobreza y riqueza y por el analfabetismo mundial. Yo creo que lo que más inmediatamente moviliza a los jóvenes de hoy son: 1) los problemas de medio ambiente, 2) las muertes causadas por el hambre y 3) posiblemente el deseo de que se erradiquen enfermedades temibles como la lepra y tracoma. Mi impresión es que si pedimos fondos para la erradicación del analfabetismo o en forma general para salvar la brecha entre ricos y pobres o para resolver los problemas energéticos del mundo —no importa cuán loables estas causas sean— es improbable que tengamos éxito en lograr suficiente apoyo popular.

Por lo tanto me gustaría argumentar que —por lo menos al principio— deberíamos establecer como metas de un Fondo de desarme el abordar 1) los problemas mundiales de medio ambiente, 2) las muertes causadas por el hambre y 3) enfermedades humanas erradicables.

8. Consideren el medio ambiente mundial: la biosfera se está asemejando en su espesor al "rocío sobre una manzana". Su supervivencia intacta es la supervivencia de la humanidad. Tomen un aspecto de su salubridad, ligado a la preservación de los bosques tropicales del Tercer Mundo. De acuerdo al informe presentado al presidente Carter con predicciones mundiales para el año 2.000, se pronostican significativas pérdidas de bosques —especialmente los situados en los trópicos— para los próximos veinte años, principalmente porque aumenta la demanda de combustibles y alimentos, tanto por parte de los pobres como de los ricos. Los bosques del mundo están desapareciendo a razón de 18 a 20 millones de hectáreas por año (una superficie equivalente a la de California), con la mayor parte de las pérdidas en los bosques tropicales húmedos de Africa, Asia y Sudamérica. Las proyecciones indican que para el año 2.000, cerca del 40% de los bosques restantes de los países menos desarrollados, habrá desaparecido.

Quiero recalcar que un factor importante en esta desaparición es la codicia del hombre. Según un reciente estudio hecho por Catherine Caulfield: "Frente a un gran negocio, el medio ambiente parecería tener pocas probabilidades de sobrevivir. La industria de la carne proporciona un ejemplo perfecto. Al estar la carne latinoamericana a mitad de precio que el mismo tipo norteamericano alimentado a pasturas, cada vez más tierra se convierte en campos de pastoreo y mucha de ella a expensas de los bosques tropicales[6].

Deberíamos formular la siguiente pregunta: ¿Ha de dejarse la conservación de esta herencia mundial solamente en manos de los empobrecidos países del sur? ¿No debería ser la responsabilidad de un fondo mundial —posiblemente ligada al desarme?

¿Por qué la desaparición de los bosques tropicales, a razón de un 2% de bosques por año, es un desastre para la humanidad en general? Una de las muchas razones ecológicas es la prematura aniquilación de una gran fracción de especies y organismos que habitan estos bosques.

Se ha clasificado y dado nombre a aproximadamente 1.500.000 tipos de organismos, pero esta clasificación incluye sólo alrededor de medio millón de los existentes en los trópicos. Muchos organismos tropicales están muy limitados en cuanto a su extensión geográfica y son sumamente específicos en sus requerimientos ecológicos y afines. De esta manera, los organismos tropicales son excepcionalmente vulnerables a la extinción a través de perturbaciones en sus "habitats".

Con la pérdida de organismos, renunciamos no sólo a la oportunidad de estudiarlos, sino también a la posibilidad de utilizarlos para mejorar las condiciones de vida humana, tanto en los trópicos como en otras partes. La importancia económica de las especies salvajes, de las cuales usamos realmente una ínfima proporción, está bien documentada. Es suficiente decir que la base completa de nuestra civilización hoy se apoya en unos pocos cientos de especies, de los millones que podrían haberse elegido, y recién hemos comenzado a explorar las propiedades de la mayor parte de las restantes.

Desafortunadamente este proceso de extin-

ción no puede ser revertido. Pero, ¿cómo encaja en esto un "Fondo mundial de Desarrollo? En un número reciente del "Bulletin of Atomic Scientists" (Boletín de los Científicos Atómicos), P. H. Ravan argumenta que si Occidente no puede encontrar los medios de eliminar la auténtica pobreza en las áreas ecológicamente devastadas, los pueblos que viven en ellas harán caer a cualquier gobierno, sea de su elección o no. Así, no es por casualidad que El Salvador es ecológicamente el más devastado de todos los países de Centroamérica, y sin embargo los autores del Informe Kissinger no prestan ninguna atención a los problemas ecológicos que fuerzan a los campesinos a recurrir a los bosques y destruir, en forma permanente, al talarlos, la productividad de sus tierras marginales. En este contexto uno puede preguntar si no es de la incumbencia de los grupos relacionados con el medio ambiente en los países desarrollados ayudar a preservar esta herencia mundial. ¿No deberían venir en auxilio de los países en desarrollo? ¿No debería este tipo de asistencia ser una responsabilidad primordial de las comunidades internacionales y de un Fondo Mundial de Desarrollo?

9. Una segunda tarea para la cual dicho Fondo puede ser usado es la liberación del sufrimiento que provoca el hambre, con la tragedia etíope aún en la conciencia pública. Un clima favorable, agua buena, tierra arable y agregados químicos son los cuatro factores esenciales para incrementar la producción de alimentos. Según el informe Carter, la superficie mundial de tierra arable se incrementará sólo en un 4% para el año 2000, de modo que la mayor parte de la producción total tendrá que provenir de rindes más altos. Durante el mismo período el aumento esperado en la población mundial es de entre el 30% y el 40% --entre 4,5 billones y 6.

Desafortunadamente para alimentar a esta población así incrementada, y para evitar la repetición de otras Etiopías, la mayor parte de los elementos que contribuyen a mejores rindes en las cosechas de alimentos —fertilizantes, pesticidas, energía para la irrigación y combustible para la maquinaria —dependen de los escasos recursos de petróleo y gas.

Como para hacer más difícil el problema, la escasez de agua en ciertas regiones será más grave. En el período 1980-2000, el mero crecimiento de la población, hará que las necesidades de agua sean el doble en casi la mitad del mundo. Incrementos aún mayores serán necesarios para mejorar el nivel de vida. En muchos países menos desarrollados, los suministros de agua se tornarán cada vez más irregulares hacia el año 2000 como resultado de una intensa deforestación. El desarrollo de nuevos suministros de agua se hará más costoso virtualmente en todas partes.

A menos que se tomen medidas, un serio deterioro de los suelos dedicados a la agricultura tendrá lugar en todo el mundo, debido a la erosión, a la pérdida de materia orgánica, a la propagación de las condiciones desérticas, a la salinización, a la alcalinización y a las inundaciones. Ya existe un área de tierras de cultivo de aproximadamente la superficie del estado de Maine, que año tras año se va convirtiendo en páramos estériles, y es probable que se acelere la propagación de las condiciones desérticas. Las oficinas de la Comisión de Planeamiento de la India informaron hace muy poco lo siguiente: "En la India estamos al borde de un enorme desastre ecológico, con nuestras reservas de agua secándose. Lo que está ocurriendo en Africa va a ocurrir en la India dentro de pocas décadas".

10. En lo que concierne a agregados químicos para mejorar la agricultura, en Diciembre de 1982 en las Filipinas, bajo los auspicios de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, 600 químicos del más alto nivel mundial se entrevistaron y trazaron un plan de acción en el cual la química podría ser utilizada para acrecentar la producción de alimentos en un 50% para el año 2000. Se crearían un número de institutos mundiales para que químicos pertenecientes al Tercer Mundo puedan aprender, entrenarse e investigar. Si el plan no se lleva a cabo, será pura y exclusivamente por escasez de fondos.

11. El Instituto de Recursos Mundiales de Washington D. C. ha confeccionado una lista de algunos de los problemas ecológicos realmente serios que merecen especial atención internacional:

1. Pérdida de tierras de cultivo y pastura debido a la propagación de las condiciones desérticas, a la erosión, al destino de la tierra para usos no agropecuarios, y a otros factores. Las Naciones Unidas informan

que, en forma global, las tierras de cultivo y pastoreo están reduciéndose a cero de productividad a razón de 20 millones de hectáreas por año.

2. Destrucción de los bosques tropicales del mundo, la cual está llevando a una pérdida de los recursos forestales, a graves daños en las vías fluviales (erosión, inundaciones y obstrucciones por sedimentos) y otras consecuencias también negativas.

   Se supone que para fin de este siglo la deforestación demandará unos 100 millones de hectáreas más de bosques tropicales.

3. Extinción masiva de especies, principalmente por la pérdida global del hábitat silvestre y la consiguiente pérdida de recursos genéticos. Se calcula que más de 1000 especies vegetales y animales se extinguirán año a año, y se estima que esa proporción será incrementada.

4. Un rápido crecimiento de la población, florecimiento de ciudades en el Tercer Mundo y refugiados ecológicos. La población mundial muy probablemente se duplique en las primeras décadas del próximo siglo, y casi la mitad de la población de los países en desarrollo vivirá en ciudades - muchas de éstas de proporciones ingobernables.

5. Escasez y mala administración de los recursos de agua potable. Hoy, las enfermedades propagadas por el agua son responsables de tal vez un 80% de todas las enfermedades del mundo.

6. Pesca indiscriminada, destrucción de hábitats y contaminación del medio ambiente marino. Veinticinco de las más valiosas zonas pesqueras están prácticamente agotadas debido a la pesca indiscriminada.

7. Amenazas a la salud humana por el mal manejo de pesticidas y sustancias peligrosas, y por los agentes patógenos en los desperdicios humanos y en portadores acuáticos. En los países en desarrollo entre un millón quinientos mil y dos millones de personas sufren anualmente de envenenamiento agudo por pesticidas y las muertes causadas por ellos se calculan en 10.000 por año.

8. Cambios climáticos debido al aumento de gases retenidos en la atmósfera. Se supone que la constante formación de dióxido de carbono y otros gases en la atmósfera, debido principalmente al uso de combustibles fósiles, creará un efecto de retención de calor en la superficie de la tierra, puesto de manifiesto en temperaturas en aumento y cambios climáticos locales. La pregunta ya no es ¿si...?, sino ¿en qué grado? Por una serie de razones es probable que los países pobres sufran de una manera desproporcionada las consecuencias de los cambios climáticos.

9. Una lluvia de ácidos y, en forma más general los efectos de una mezcla compleja de ácidos, ozono y otros agentes contaminantes en zonas pesqueras, bosques y cultivo.

10. Mal manejo de combustibles y presiones en los recursos energéticos, incluyendo escasez de combustible de leña, el petróleo de los pobres. Aunque la crisis energética pasa por una remisión temporaria en los países desarrollados, los altos costos de las importaciones de petróleo y la escasez de madera siguen atormentando a gran parte de los países en desarrollo.

12. Y esto me trae finalmente a una de las responsabilidades más cruciales de un Fondo de Desarme, la de la investigación científica en las áreas de Medio Ambiente, Alimentación y Enfermedades Temibles.

En el filo de la competencia militar entre las potencias principales está la movilización de recursos para investigación sin paralelo en la historia. Los resultados de esta investigación otorgan un ímpetu irresistible a la carrera armamentista. El despegue de post-guerra en la investigación de armas fue aún más espectacular que el aumento de los gastos militares en general. En los EE.UU. la investigación y desarrollo militar financiados por el gobierno saltó de $17 billones durante el año fiscal de 1947 a $22,1 billones durante el año fiscal de 1983 (ambos en precios de 1980). El aumento en trece veces de gastos de investigación fue cuatro veces más rápido que el ya muy rápido crecimiento de los gastos militares de EE.UU. en el mismo período.

El hecho real es que la mitad del esfuerzo de la investigación es para investigación y desarrollo militar. Los talentos científicos de estos hombres y mujeres junto con los recursos destinados a esa investigación y desarrollo militar podrían haberse gastado en la investigación de la Ecología, Clima, Alimentación y Enfermedades.

En este contexto, consideren los estudios ecológicos y climáticos. No sé si uno puede realmente pretender cambiar el clima, pero sin duda es una vergüenza que no haya habido en mucho tiempo un estudio científico del clima de la zona de Sahelia. Las universidades de estas regiones tienen Departamentos de Meteorología pero estos Departamentos son deficientes, mal organizados y no tienen fondos. Podrían ser mejores. ¿Cabe esperar que un Fondo de Desarrollo por el Desarme Mundial organice el establecimiento de comunidades científicas para llevar a cabo tales estudios en los países afectados? *"La verdad es que la humanidad ya está comprometida en la "Tercera Guerra Mundial", la guerra contra nuestra propia herencia de recursos: contra la vida en el Planeta Tierra. Y la estamos ganando".*

13. La Iniciativa de la Defensa Estratégica.

Uno de los proyectos militares que probablemente distraiga más recursos científicos que otros proyectos a nivel mundial es la Iniciativa de la Defensa Estratégica. Nuevamente, no quiero que se hagan interpretaciones erróneas de lo que estoy diciendo. Si la meta no es la agresión nuclear, no tengo ninguna duda de que un sistema parcial de defensa contra armas nucleares se puede llegar a establecer en poco más de una década. Pero... ¿a qué costo para el esfuerzo científico de la humanidad? ¿Por qué las superpotencias no podrían llegar a un acuerdo para la lisa y llana eliminación de sus arsenales nucleares?

Los cálculos del costo de materiales para cada superpotencia son ilimitados, comenzando con un mínimo de un trillón de dólares. (Recuerden que las armas atómicas hasta el momento le han costado a la humanidad alrededor de tres trillones en los últimos veinticinco años). Para calcular el número de científicos y tecnólogos que se necesitan, tal vez sea bueno recordar que se supone que 10.000 científicos están trabajando sólo en los establacimientos de investigación en tecnología laser en la Unión Soviética. La cantidad de científicos e ingenieros que se necesitan para diseñar y construir satélites y otros interceptores no bajará de varios cientos de miles. Si se emplearan en los proyectos a nivel mundial que he mencionado antes, (y con un trillón de dólares disponible), ese esfuerzo podría transformar nuestro enfermo planeta.

Para darles una idea de lo que se necesita para la Iniciativa de la Defensa Estratégica, permítanme mencionar los arsenales en primer lugar, luego las estrategias sugeridas y finalmente, las medidas preventivas posibles.

TABLA 1

Los arsenales

1. Número de armas nucleares para ambos lados alrededor de 25.000 cada uno con un rendimiento medio de 1/3 de megatón.
2. Número de I.C.B.M.S. (Misiles balísticos intercontinentales) entre 1.000 y 1.400 para cada bando.
3. Número de armas que serían suficientes para destruir a cada superpotencia - a lo sumo alrededor de 400.
4. Megatones necesarios para el inicio del invierno nuclear - un intercambio de 200 megatones.

TABLA 2

La Iniciativa de la Defensa Estratégica

1. La fase de despegue con el uso de rayos laser para destruir los ascendentes I.C.B.M. (Misiles balísticos intercontinentales) del enemigo (la cual durará unos pocos minutos).
2. La fase de despliegue.
3. La fase intermedia.
4. La fase terminal con cohetes como destructores.

TABLA 3

La etapa de despegue

En la etapa de despegue se necesitarían láseres instalados en una estación de combate, para interceptar los I.C.B.M. (misiles balísticos intercontinentales) en ascenso antes de que reciban la orden, que, los convierte en M.I.R.V. (Vehículos Espaciales de Retorno y Objetivos Autónomos) o liberen los señuelos y misiles maquetas (o misiles falsos). Los láseres podrían ser de longitud de onda infrarroja o ultravioleta, o de rayos x.

Ahora bien, tanto la longitud de onda infrarroja como la de rayos x serían absorbidas en la atmósfera y por lo tanto deberían usarse fuera de ella. Para dar un ejemplo: un láser infrarrojo de fluoruro de hidrógeno. que produzca un rayo de longitud de onda de 2,7 micrones podría ser instalado en una estación de combate. Sus requerimientos de energía serían de alrededor de 25 megavatios (Los mejores láseres existentes en la actualidad pueden transmitir no más de 1/3 de megavatios de energía y tienen una longitud de 200 metros). Este rayo tendría que ser dirigido por un espejo perfecto de 10 metros de diámetro (ni los mejores telescopios terrestres se acercan a este diámetro). Estos es-

pejos deberían ser capaces de enfocar el rayo en un punto con un diámetro de menos de un metro a una distancia de unos pocos miles de kilómetros con una intensidad suficiente para impactar a través de la cápsula del propulsor en el lapso de 15 segundos o menos. Todo esto se podría desarrollar en una década tal vez, pero el esfuerzo para hacerlo y sus costos, naturalmente, serían colosales.

El número de estaciones de combate requeridas para destruir los 1.400 I.C.B.M. (misiles balísticos intercontinentales) soviéticos dependería de un cúmulo de factores y es tema de controversia en este momento. Las cifras barajadas oscilan entre 100 y 1.500 de esas estaciones en órbita pero la mayoría de los expertos dicen que se necesitaría un mínimo de entre 300 y 400 estaciones para cubrir la Tierra. Se calcula que ese despliegue costaría alrededor de medio trillón de dólares.

El mejor uso de los láseres de rayos x excitados por explosión de energía nuclear, no sería en el espacio sino probablemente en la forma sugerida por Teller. Ante el alerta de un ataque enemigo, un submarino podría mandar al espacio estos destructores láseres de rayos x. Una de las dificultades de este esquema es el tiempo que le tomaría a los misiles de defensa alcanzar suficiente altura como para hacer impacto en los misiles impulsores soviéticos. Dado que la Tierra es curva, este láser no sería efectivo hasta que hayan pasado 200 segundos desde el aviso, en tanto que los misiles soviéticos habrían necesitado sólo 120 segundos para alcanzar esa altura.

Cuanto menos, esto incrementa la duda con respecto a la certeza de la destrucción.

Finalmente, pueden usarse los láseres ultravioleta (excímeros). Esta luz de láser puede penetrar la atmósfera. La mejor sugerencia para su uso es que tengan base terrestre, con un espejo geosincrónico a 36.000 kilómetros por encima de la Tierra, el cual reflejaría el rayo láser a espejos en órbita baja usados para el ataque final en sí.

El espejo geosincrónico perfecto, necesario para esta operación, probablemente sería un blanco fácil para un ataque sorpresivo.

Debería tenerse también en cuenta que, para que estos sistemas interconectados funcionen como un único sistema, se necesitará un potencial de computación de alcance hasta ahora inimaginable e inalcanzable. El programa necesario para iniciar e integrar estos sistemas sería tan descomunal que se tendrían que desarrollar nuevas generaciones de computadoras, que pudieran grabar semejante "software" (programa). Se prevén considerables dificultades para completar pruebas confiables de tales programas en tiempos de paz. Dado que no habrá tiempo para tomar decisiones a nivel humano, la decisión de contra-atacar un ataque enemigo tendría que ser tomada en forma autónoma. Esta sería por cierto una nueva situación para nuestros problemas en la que las decisiones cruciales de supervivencia de la humanidad dependerían de computadoras que registran e interpretan con corrección todo lo que advierten.

Uno puede también hacer mención al hecho de que las explosiones nucleares llevadas a cabo en el espacio afectarían perniciosamente a la actual generación de computadoras mientras que sus circuitos se verían afectados por la radiación electromagnética. Para contrarrestar este efecto, se ha sugerido que debería desarrollarse una sexta generación de computadoras que trabajen solamente con fotones. Esto puede tener lugar en una o dos décadas pero no por cierto en un futuro inmediato.

Pero la verdadera dificultad con la Iniciativa de Defensa Estratégica es que las medidas de represalia pueden ser fácilmente planificadas. Algunas de esas medidas sugeridas para la fase de despegue son:

1. Endurecer los misiles con unos milímetros más para resistir los ataques con láseres.
2. Lanzar el misil en menos tiempo, es decir, acortar la etapa de despegue.
3. Interferir con la precisa alineación de los espejos.

La Fase Intermedia

Si los I.C.B.M. (misiles balísticos intercontinentales) no han sido derribados en la fase de despegue, o en la corta fase de despliegue, entonces en la fase intermedia el enemigo llegaría a lanzar un gran número de señuelos y balones metálicos además de los proyectiles. Podría haber muchos más balones metálicos que proyectiles, alrededor de diez veces más, con proyectiles ocultos en los balones. La defensa implica: destruir todos los balones o en caso contrario, detectar cuáles son los que portan proyectiles. Las bombas de rayos x podrían ser efectivas para destruir éstos, salvo que el enemigo las combata usando sus láseres de rayos x.

La oportunidad final para que una defensa pueda atacar los proyectiles estaría en la fase terminal después del re-ingreso de los mismos. Esta fase es también muy corta: dura menos de un minuto. Se ha sugerido el uso de cohetes con capacidad de retorno a la base de origen como medio para combatir los proyectiles. Una defensa así, podría ser anulada mediante explosiones nucleares de gran altura de algunos de los proyectiles antes de que estén al alcance de la defensa. Esto interferiría con la detección del resto de los proyectiles, los cuales entrarían después de la explosión.

Para resumir, aun cuando se pudiera idear un sistema de Defensa Estratégica con un 99% de eficiencia, este permitiría que alrededor de cien armas nucleares lo penetrasen, asegurándose así la inaceptable destrucción del país invadido. No creo que ningún país pueda realmente confiar en un sistema de defensa. De todos modos, en vista del temor a que el enemigo pueda siempre armar su capacidad ofensiva con mucho menos gasto que su capacidad defensiva, es más probable

que la defensa estratégica le cueste más al país que confía en ella que a su adversario.

La Iniciativa de Defensa *puede* implementarse con el tiempo, pero sólo para proporcionar una defensa parcial a un costo colosal. Uno sin embargo se pregunta con desesperación: "¿Pero, por qué?, ¿para quién? ¿Por qué no la simple alternativa de llegar a un acuerdo para disminuir la cantidad de armas y misiles nucleares, y con el tiempo, prohibirlas? Este debería ser sin duda el objetivo de un estadista de la era nuclear.

Hace novecientos años, un gran físico de Islam, Al Asuli, que vivía en Bokhara, escribió una farmacopea médica a la que dividió en dos partes: "Enfermedades de los Ricos" y "Enfermedades de los Pobres". Si Al Asuli estuviese vivo y escribiese acerca de los males infligidos por la humanidad a sí misma, estoy seguro de que dividiría su farmacopea de la misma forma. Una parte de su libro hablaría del mal de la Aniquilación nuclear infligido a la humanidad por su mitad más rica. La segunda parte de su libro hablaría de los males que padece la humanidad pobre —subdesarrollo, desnutrición y hambre. Agregaría que ambas enfermedades tienen una causa común: exceso de Ciencia y Tecnología para el caso de los ricos y carencia de Ciencia y Tecnología para el caso de los pobres.
Podría también agregar que la persistencia del segundo mal de la humanidad —el subdesarrollo— es el más difícil de entender, considerando que los remedios son fácilmente asequibles ya que el mundo cuenta con suficientes recursos técnicos, científicos y materiales para erradicar la pobreza, las enfermedades y la muerte prematura de toda la humanidad si así lo quisiera. Con sólo abstenerse de utilizar estos recursos hacen mayor el primer mal.
Agosto, 1985

Hace novecientos años, un gran físico de Islam, Al Asuli, que vivía en Bokhara, escribió una farmacopea médica a la que dividió en dos partes: "Enfermedades de los Ricos" y "Enfermedades de los Pobres". Si Al Asuli estuviese vivo y escribiese acerca de los males infligidos por la humanidad a sí misma, estoy seguro de que dividiría su farmacopea de la misma forma. Una parte de su libro hablaría del mal de la Aniquilación nuclear infligido a la humanidad por su mitad más rica. La segunda parte de su libro hablaría de los males que padece la humanidad pobre —subdesarrollo, desnutrición y hambre. Agregaría que ambas enfermedades tienen una causa común: exceso de Ciencia y Tecnología para el caso de los ricos y carencia de Ciencia y Tecnología para el caso de los pobres.

Podría también agregar que la persistencia del segundo mal de la humanidad —el subdesarrollo— es el más difícil de entender, considerando que los remedios son fácilmente asequibles, ya que el mundo cuenta con suficientes recursos técnicos, científicos y materiales para erradicar la pobreza, las enfermedades y la muerte prematura de toda la humanidad si así lo quisiera. Con sólo abstenerse de utilizar estos recursos hacen mayor el primer mal.

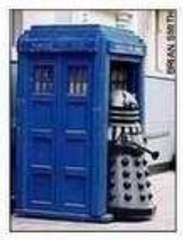
Agosto, 1985

1. Estos números incluyen armas "estratégicas", "intermedias" y "tácticas". El rendimiento medio es de 1/3 de megatones de T.N.T. por arma.
2. He citado textualmente del excelente libro de Ruth Leger Sivard *Gastos Sociales y Militares Mundiales*.
3. De *Gastos Sociales y Militares Mundiales* 1983 de Ruth Leger Sivard.
4. Producto bruto interno.
5. De estos 2.000.000.000, medio billón viven con entradas por debajo de los 100 dólares anuales.
6. El bosque tropical

Revista de Enseñanza de la Física

ASPECTOS METODOLOGICOS DE LA ENSEÑANZA DE LA FISICA

EX LIBRIS Scan Digit



The Doctor

http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

http://el1900.blogspot.com.ar/

http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/

https://labibliotecadeldrmoreau.blogspot.com/

EL DESVAN DE LOS SUEÑOS

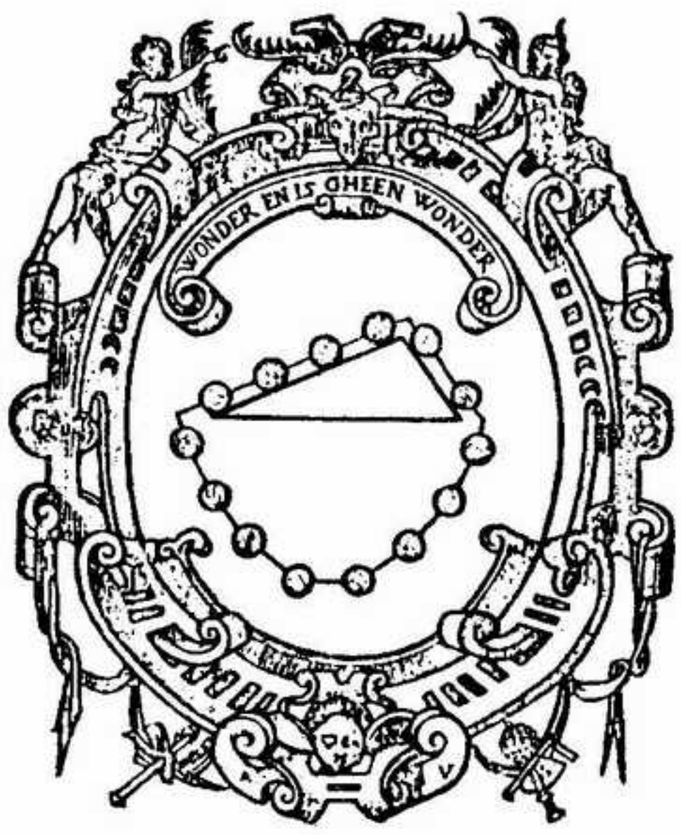
POSTDATA SOBRE SIMON STEVIN (1548-1620)

GUILLERMO BOIDO

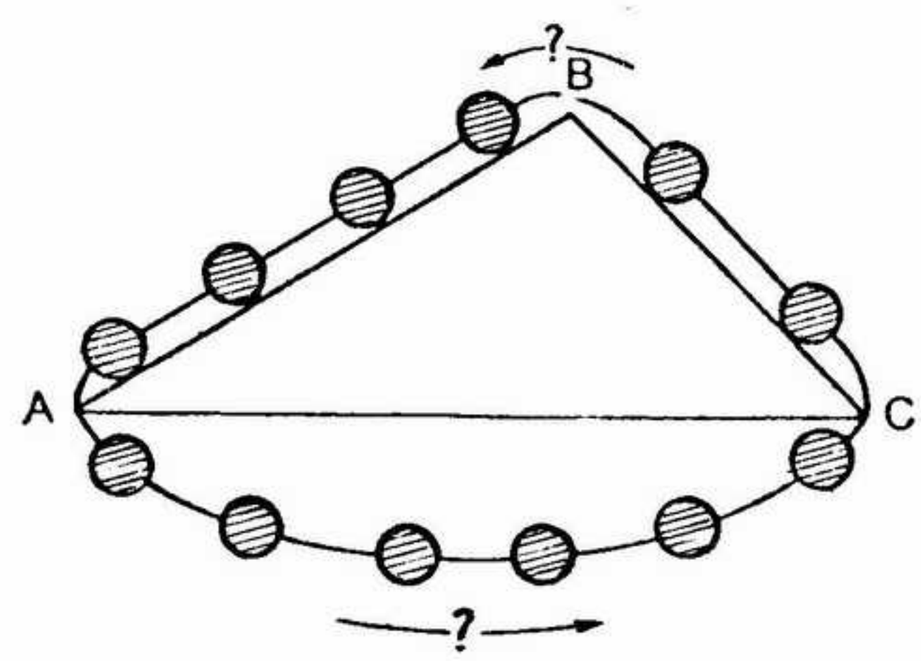
Programa PROCIENCIA - CONICET

En nuestro artículo *El desván de los sueños*, publicado en el Vol. 1 Nro. 2 de esta revista, mencionamos un proyecto de motor perpetuo que permitió al ingeniero belga Simón Stevin, a fines del siglo XVI, inferir la ley de descomposición de fuerzas para el caso de un cuerpo apoyado sobre un plano inclinado. Por considerarlos de interés didáctico, desarrollamos aquí los argumentos de este precursor de la ciencia física moderna.

La figura 1 reproduce la portada de la *Estática* de Stevin, publicada en 1586. Incluye un soporte rodeado por una cadena y, más arriba, esta curiosa expresión: "La maravilla no es maravilla".

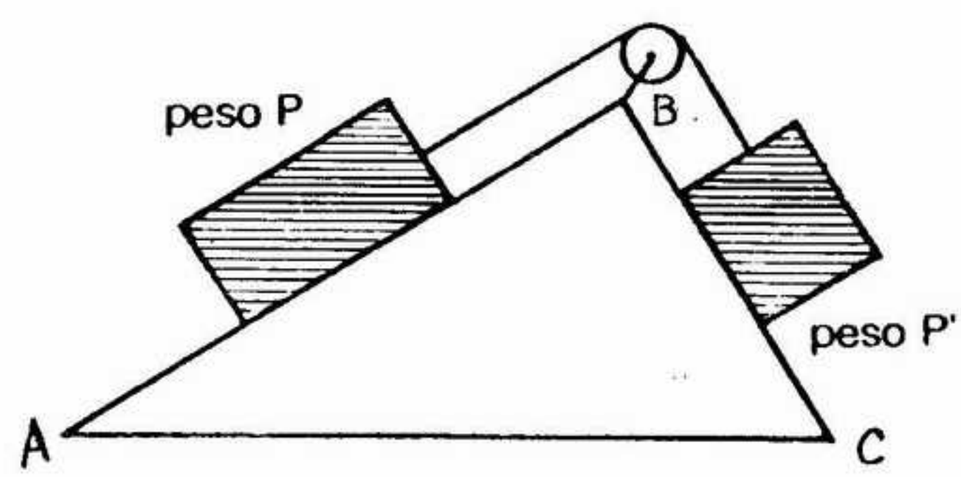


Reproducimos el dispositivo en la figura 2. No es otra cosa que un proyecto de motor perpetuo: muchos contemporáneos de Stevin pensaban que, puesto que el tramo AB de la cadena pesa más que el tramo BC, ella debía girar incesantemente en el sentido indicado. Pero el *duro hecho* es que la cadena *no* gira.



Stevin aceptó la evidencia y afrontó las consecuencias. Lo que sucede, propone, es que las fuerzas que tienden a hacer deslizar la cadena en un sentido u otro *no* son iguales a los pesos de los tramos AB o BC.

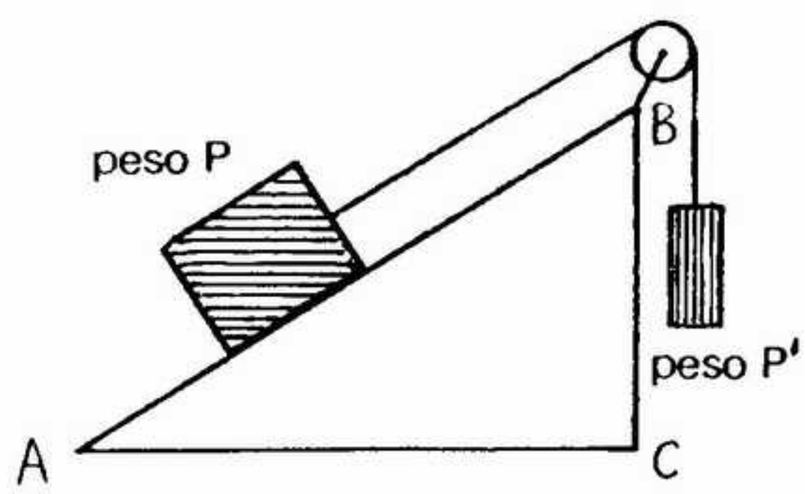
Al observar cómo se distribuye la cadena alrededor del soporte ABC, Stevin advierte que el número de eslabones de cada tramo es, a un tiempo, proporcional a la longitud del tramo y al peso del mismo: *los pesos de los tramos AB y BC guardan entre sí la misma relación que sus longitudes*. Dado que el trozo inferior



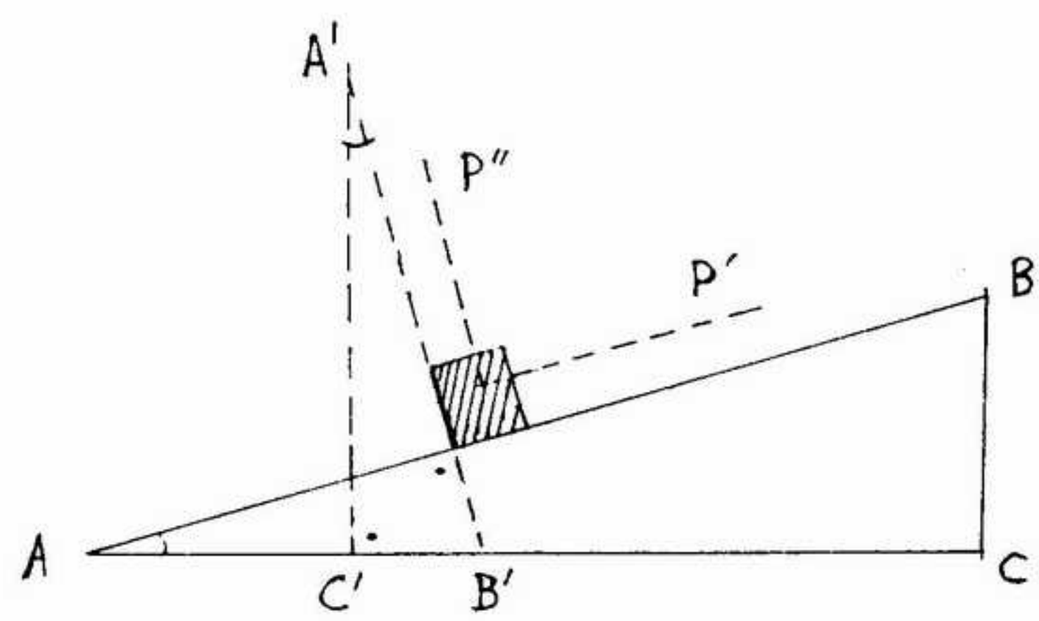
(curvo) de la cadena se distribuye simétricamente, Stevin lo elimina y asimila el dispositivo al de la figura 3, en el que se cumple:

$$P'/P = BC/AB$$

Si la cara BC del soporte es vertical, el cuerpo de peso P' cuelga libremente (figura 4). Para impedir que el cuerpo de peso P deslice es necesario aplicarle una fuerza paralela al plano AB, hacia arriba, de intensidad P' y tal que P'/P = BC/AB, esto es: P' = P (BC/AB). Obviamente, BC/AB es el seno del ángulo de inclinación del plano AB. ¡Tal es la sencillez del genio!



Ahora Stevin avanza un paso más. Imagina que el cuerpo de peso P permanece en equilibrio por la presencia de *dos* soportes, ABC y A'B'C'. Observe la figura 5, y advierta que A'B' ⊥ AB. Stevin se propone:



a. Eliminar el plano A'B'. Para que el cuerpo no se mueva, es necesario aplicar sobre él la fuerza P', paralela a AB, tal que: P'/P = BC/AB.

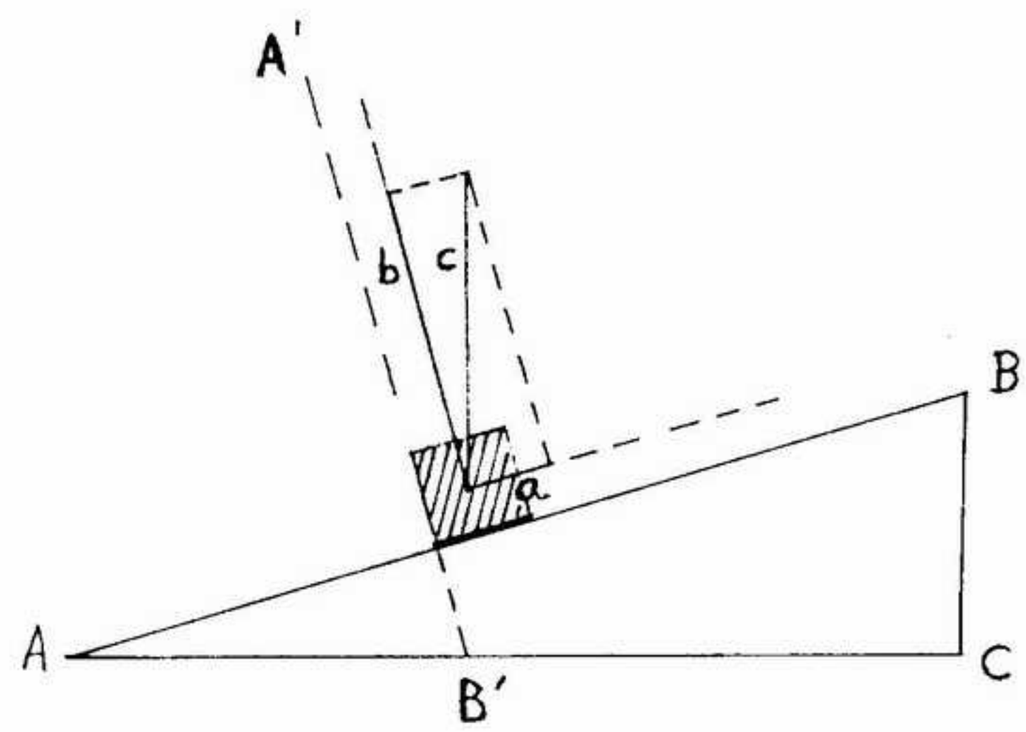
b. Eliminar el plano AB. Para que el cuerpo no se mueva, es necesario aplicar sobre él la fuerza P''. paralela a A'B., tal que: P''/P = A'C'/A'B = AC/AB (pues los triángulos ABC y A'B'C' son semejantes).

En síntesis:

$$P'P = BC/AB \qquad P''/P = AC/AB$$

donde las razones BC/AB y AC/AB son, respectivamente, el seno y el coseno del ángulo de inclinación del plano AB[1].

La construcción auxiliar de la figura 6 completa el razonamiento de Stevin. Si se quiere mantener el cuerpo en equilibrio por medio de una *única* fuerza, ésta será la equilibrante



del peso, y su intensidad valdrá P. Dicha intensidad, en la figura, está representada por el segmento *c*. Pero el equilibrio también puede lograrse por medio de *dos* fuerzas ortogonales, cuyas direcciones serán las de AB y A'B'. Stevin muestra simplemente que sus intensidades deberán ser *a* y *b*. En efecto:

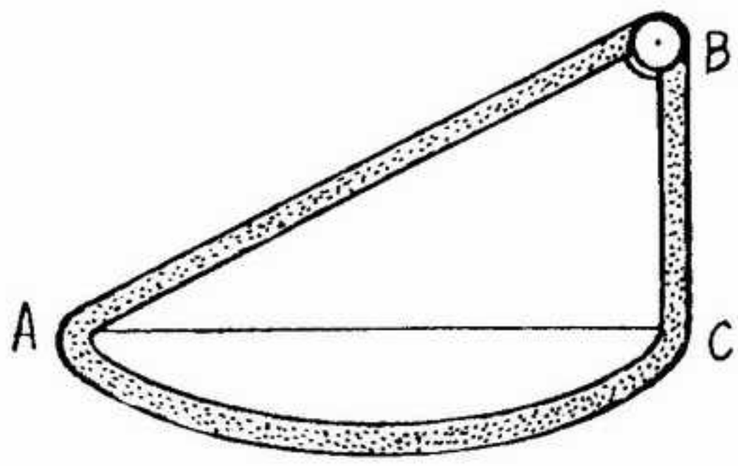
$$a/c = BC/AB = P'/P \qquad b/c = AC/AB = P''/P$$

en virtud de la semejanza de triángulos. Al menos para este caso de descomposición en direcciones ortogonales, Stevin ha enunciado la "regla del paralelogramo".

Una variante didáctica del dispositivo original analizado por Stevin consiste en suplantar la cadena por una cuerda de sección constante y material homogéneo. En el punto superior, para "facilitar el desplazamiento", supóngase colocada una polea, como indica la figura 6. Aquí la argumentación hará intervenir a la sec-

1. Hemos simplificado un tanto la argumentación de Stevin, que en verdad utiliza cuerdas, poleas y cuerpos suspendidos. Véase la referencia bibliográfica 2. para mayores detalles.

ción de la cuerda y al peso específico del material; la conclusión, desde luego, será la misma que se obtuvo anteriormente.



Tal vez se comprenda ahora aquella enigmática afirmación de la portada de la *Estática*: "La maravilla no es maravilla". ¿No formará parte de lo maravilloso, precisamente, llegar a explicarnos lo que parecía inexplicable?

BIBLIOGRAFIA

1. BOIDO, G.: "Simón Stevin y la nueva ciencia renacentista" revista de orientación didáctica *Limen*, año XVI, número 67, 1978.
2. MACH, E.: *Desarrollo histórico-crítico de la Mecánica*. Buenos Aires, Espasa Calpe, 1949.
3. SARTON, G.: *Seis Alas*, Buenos Aires, Eudeba, 1965.

Mayo 1986

SOBRE EL VERANEO PORTEÑO, EL DESAGÜE DE LA BAÑADERA Y LA METEOROLOGIA

Divagaciones en torno al efecto Coriolis y cómo explicar el tema en un curso elemental de Física.

CLAUDIO HORACIO SANCHEZ

Fac. de Ingeniería - Universidad de Buenos Aires

Cada vez que paseo por la Costanera, esencialmente durante el verano, no puedo evitar comparar la barrosa margen derecha del Río de la Plata con las doradas playas al otro lado del charco. Envidio a los montevideanos por tener templadas playas a pocos minutos de su lugar de trabajo o estudio.

¿Por qué ellos tanta playa arenosa y nosotros tanta barranca barrosa? ¿Tendrá algo que ver en esto el famoso "efecto Coriolis"?

Este asunto tiene el raro privilegio de ser uno de los principales productores de dolores de cabeza entre los alumnos que tratan de internarse en los recovecos de la mecánica. Ellos se lo imaginan como una cosa de torre de marfil: parece que una vez por año los profesores sacamos de la vitrina el efecto Coriolis, se lo mostramos a los alumnos y, cuando están suficientemente confundidos, lo volvemos a guardar hasta el próximo año. O hasta el examen final.

Veamos un poco cómo es esto del efecto Coriolis.

Imaginemos una plataforma giratoria con una senda de dirección radial trazada sobre su superficie. Imaginemos también que, con la plataforma en rotación, pretendemos caminar a lo largo de la senda.

Nos encontraremos entonces ante un típico problema de cinemática: la composición de movimientos (figura 1). Habrá un movimiento de arrastre (la rotación de la plataforma) y un movimiento relativo (nuestra marcha a lo largo de la senda), los cuales pueden componerse dando un movimiento resultante más bien complicado.

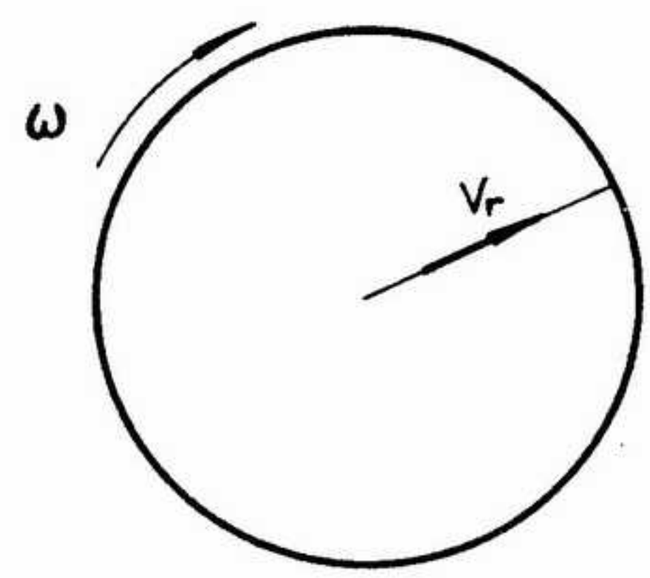


Figura 1. Un problema de composición de movimientos.
ω = velocidad angular (movimiento de arrastre)
V_r = velocidad radial (movimiento relativo)

La velocidad absoluta de ese movimiento resultante, es decir, la velocidad que llevaremos respecto de un observador fijo y exterior a la plataforma, resultará de sumar (vectorialmente, por supuesto) la velocidad de arrastre y la relativa. Se trata de la conocida Fórmula de adición de velocidades.

Podríamos pensar que algo parecido debiera ocurrir con las aceleraciones: la aceleración absoluta resultaría de sumarle vectorialmente la aceleración de arrastre a la relativa.

Pero no.

En 1835 el ingeniero y matemático francés Gaspard Gustav de Coriolis (1792-1843) publicó en la revista de su universidad un ensayo titulado "Sobre las ecuaciones del movimiento relativo de los sistemas materiales" en donde demostró, con matemática elegancia, que una supuesta "Fórmula de adición de aceleraciones" requeriría de un término complementario al cual llamó, modestamente, "aceleración de Coriolis".

Los recursos matemáticos empleados por Coriolis están más allá de los alcances del estu-

diante de los primeros cursos de física. Pero podemos hacerles comprender el efecto mediante razonamientos más pedestres.

Volvamos a nuestra marcha sobre la plataforma.

Tenemos por un lado que si mantenemos una trayectoria radial, nuestra velocidad estará cambiando continuamente de dirección pues el radio sobre el cual marchamos gira junto a la plataforma. Por otra parte, además del movimiento radial (movimiento relativo), llevaremos una velocidad tangencial que nos imprime la plataforma (movimiento de arrastre). Esta velocidad es tanto mayor cuanto más lejos estemos del centro de giro. Y, si caminamos hacia afuera, irá aumentando continuamente. La figura 2 muestra los vectores velocidad antes y después de un giro Δa que (más allá de las necesidades de claridad del dibujo) supondremos infinitamente pequeño.

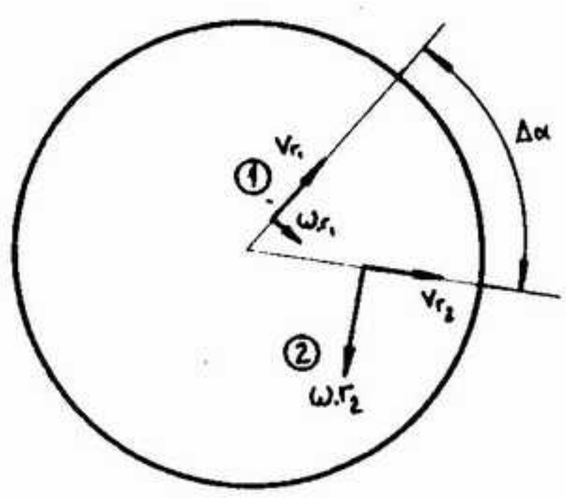


Figura 2. Las dos componentes de velocidad de arrastre y relativa) antes y después del giro $\Delta\alpha$.

Contabilizamos por lo tanto dos efectos:

a. La velocidad radial cambia de dirección.

b. La velocidad tangencial cambia de intensidad[1].

Ambos cambios de velocidad implican la existencia de aceleraciones. Encontremos el valor de cada una de esas aceleraciones.

En la figura 3 hemos puesto los vectores velocidad relativa antes y después del giro Δa. Si

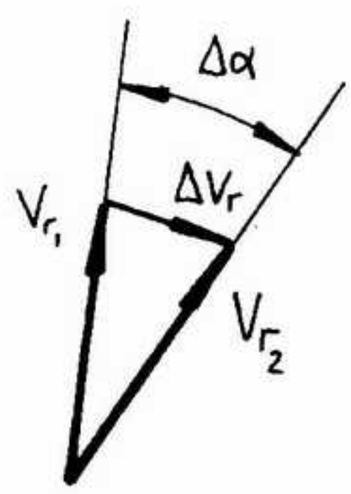


Figura 3. Los vectores Velocidad relativa antes y después del giro $\Delta\alpha$.

consideramos, según lo dicho, que Δa es muy chico, resulta que la diferencia de los dos vectores es:

$$\Delta V_r = V_r \,.\, \Delta a$$

Y la aceleración media durante el giro será:

$$a_1 = V_r \cdot \frac{\Delta a}{\Delta t}$$

Como $\frac{\Delta a}{\Delta t}$ es igual (en el límite) a la velocidad angular nos queda:

$$a_1 = V_r \,.\, \omega$$

La dirección y el sentido de esta componente de la aceleración de Coriolis están dados por los del vector: tangencial y a favor de la rotación.

Pasemos a la velocidad tangencial.

La velocidad al comienzo del giro es $\omega . r_1$ y luego del mismo, $\omega . r_2$. La diferencia será:

$$\Delta V_t = \omega (r_2 - r_1)$$

Si ahora dividimos por el tiempo transcurrido durante el giro, tendremos la aceleración media:

$$a_2 = \omega \frac{r_2 - r_1}{\Delta t}$$

Si de nuevo recordamos que el tiempo transcurrido es muy pequeño, encontramos que la expresión

$$\frac{r_2 - r_1}{\Delta t}$$

es, en el límite, igual a la velocidad relativa de nuestro movimiento sobre la plataforma. En resumen, el segundo efecto considerado por Coriolis vale:

$$a_2 = V_r \,.\, \omega$$

La dirección y el sentido de esta segunda componente también es tangencial y a favor de la rotación.

Ninguna de estas aceleraciones aparecía en las fórmulas usuales de cinemática pues no son de arrastre ni relativas. Requieren de la existencia de los dos movimientos componentes: desaparecen tanto si la plataforma se detiene como si

dejamos de caminar[2]. Acabamos de demostrar que estas dos aceleraciones tienen igual dirección (tangencial en nuestro caso), igual sentido (a favor de la rotación) e igual valor ($\omega . V_r$). En definitiva, la aceleración de Coriolis es igual a la suma de estas dos componentes:[3]

$$a_{Coriolis} = 2\omega . V_r$$

La aceleración de Coriolis implica la existencia de una fuerza (¿fuerza de Coriolis?).

Nosotros, caminando sobre la plataforma, nos sentimos tironeados en sentido contrario al de la rotación (y al de la aceleración) de la misma forma que nos vamos hacia adelante cuando el colectivo en que viajamos frena, o hacia atrás cuando acelera.

Es razonable pensar que el agua del río de la Plata se encuentra en una situación similar a la de nuestra caminata. También ella marcha (léase fluye) sobre una plataforma giratoria (léase la Tierra). Y, sometida a la acción de la fuerza de Coriolis, debería tratar sus dos orillas de modo diferente. Pero no tengo datos suficientes como para asegurar que sea esta la causa de la asimetría a que hacíamos referencia al principio. Por otra parte, el tema de la arena está relacionado con el hecho de ser el río Uruguay quien lleva la mayor parte. Los hidrólogos tienen la palabra.

Existe otra manifestación importante del efecto Coriolis.

Volvamos una vez más a nuestra plataforma, la que supondremos girando en sentido horario, y caminemos hacia el centro. Si no estuvieramos bien afirmados (por ejemplo, si la superficie de la plataforma fuera resbaladiza) bajo los efectos de la fuerza de Coriolis nos desviaríamos continuamente hacia la izquierda de modo que, aunque pretendiéramos caminar directamente hacia el centro, iríamos describiendo una trayectoria en espiral en el sentido de las agujas del reloj. En principio, esto es lo que le ocurre al agua que se va por el desagüe formando el familiar remolino.

Antes de correr hacia el baño, tengamos presente que muchos efectos perturbadores (movimientos adicionales en la superficie del agua, irregularidades en la forma del desagüe, etc.) pueden hacer que el remolino se forme indistintamente en un sentido o en el otro, mal que le pese a Coriolis. Incluso, algunos autores sostienen que el efecto Coriolis debido a la rotación terrestre es demasiado débil como para hacerse evidente en tan pequeña escala.

A mayor escala, en cambio, el efecto sí es observable. Por ejemplo, los ciclones que forman las masas de aire atmosférico al dirigirse hacia un centro de baja presión forman remolinos que giran siempre en el sentido predicho por la teoría de Coriolis.

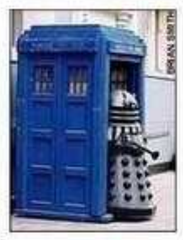
De modo que si quieren tener a su alcance las templadas playas del río de la Plata, consíganse algún cargo en la Universidad de Montevideo. O a llorarle a Coriolis.

1. Por supuesto que la velocidad tangencial también cambia de dirección, pero ese efecto ya está considerado en las fórmulas usuales: se trata de la aceleración centrípeta, que es una aceleración de arrastre.
2. Para que la aceleración de Coriolis no sea nula debe cumplirse, además, que la velocidad relativa no sea paralela al vector velocidad angular.
3. Sólo hemos deducido la expresión del módulo de la aceleración de Coriolis y a partir de un caso muy simple. La fórmula general es algo más compleja y requiere tratamiento vectorial.

Revista de Enseñanza de la Física

HISTORIA DE LA CIENCIA

EX LIBRIS Scan Digit



The Doctor

http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

http://el1900.blogspot.com.ar/

http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/

https://labibliotecadeldrmoreau.blogspot.com/

PIERRE DUHEM: TEORIA Y EXPERIMENTO EN FISICA

CARLOS DELFINO GALLES

Departamento de Física - Facultad de Ingeniería
Universidad Nacional de Mar del Plata

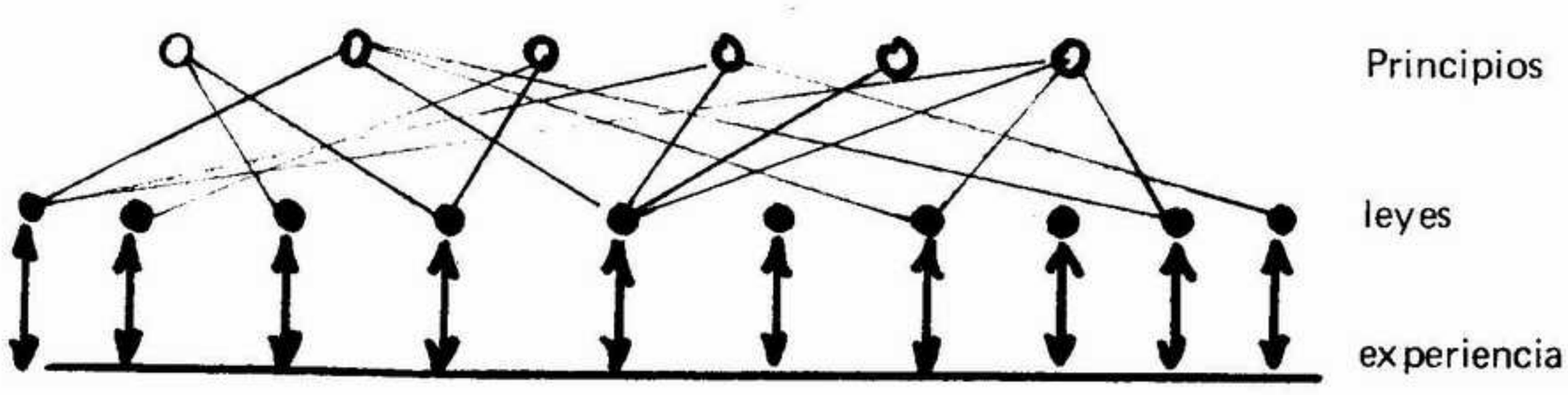
Todos quienes han dedicado algún tiempo al estudio de la Física pueden recordar la insatisfacción que sufrieron al no encontrar entonces la esperada explicación exhaustiva y final del mundo de los fenómenos naturales. Los físicos se rehusan sistemáticamente a intentar remontarse a las causas y en sus textos parecen contentarse con la deducción de las leyes experimentales, siguiendo una lógica estricta, a partir de un cierto conjunto de axiomas cuya motivación y necesidad no es la mayor parte de las veces fundamentada en forma convincente. En un espíritu crítico esta situación provoca numerosas inquietudes. ¿Cuál es el objeto de la Física? ¿Qué parte de la realidad logramos aprehender por medio de los esquemas que esta ciencia nos brinda? ¿Es ponderable el contenido de verdad de una teoría física? ¿Podemos atribuir la ejecución de un método riguroso a las investigaciones que hacen los físicos? El físico y epistemólogo francés Pierre Duhem (1861-1916) analizó estas cuestiones en una obra densa y profunda, en la cual apeló tanto a su experiencia de brillante investigador como a la enorme cantidad de datos que suministra la Historia de la Física en cuanto al surgimiento, apogeo y declinación de las teorías.

Las páginas que vienen a continuación siguen el hilo de sus ideas y sólo pretenden servir a modo de presentación de las mismas.

No cabe duda de que el primer paso para dar una respuesta adecuada es el de discernir con claridad el objeto de las teorías físicas. Duhem plantea y discute dos propuestas antagónicas: la teoría física es una explicación de las leyes experimentales, o, por el contrario, es sólo una clasificación, un ordenamiento lógico, de esas leyes. Ante estas opciones Duhem afirma sin vacilar que "una teoría física no es una explicación. Es un sistema de proposiciones matemáticas deducidas de un corto número de principios, que tienen el propósito de representar de la forma más simple, más completa y exacta, un conjunto de leyes experimentales". De esta manera, al eludir una explicación final, con carácter de inevitable, se intenta evitar la necesidad de una metafísica y los condicionamientos consiguientes.

Un cuadro, que tomamos de Einstein, ayuda a comprender el proceso de formación de una teoría física.

Luego de una primera aproximación en la que son identificadas las magnitudes físicas y la forma de medirlas, se pasa a la formulación de las hipótesis a priori, sobre las cuales se levanta a continuación el edificio matemático de la teoría; finalmente los resultados alcanzados son confrontados con la experiencia. La línea de puntos a la izquierda se refiere al incierto origen de los principios. Ellos son el fruto de



la experiencia en interacción con quien formula la teoría, pero no surgen por ningún mecanismo predeterminado. Una misma serie de experimentos provoca asertos distintos según quien sea el que aprecie los resultados.

El halo de esplendor que rodea a los sucesos de la Física moderna, su poderosa influencia en la sociedad por medio de las innovaciones técnicas, favorece la aceptación de las teorías como el fin último de toda investigación. Cabe preguntarse sin embargo si no lograríamos una descripción de nuestros conocimientos experimentales con la sola enunciación de las leyes que implican, sin buscar una fundamentación teórica. Esta actitud es aceptable en principio, pero nos privaría de la clasificación y síntesis de los conocimientos que la teoría hace en forma inmediata, y de la economía así obtenida. No se debe olvidar que es inevitable que ese orden teórico nos parezca ser el trasunto de un orden real y esa sensación es el motor esencial de la búsqueda intelectual. Es difícil imaginar un científico que pueda estar complacido en su fuero íntimo solamente con las listas de valores numéricos aportados por los aparatos de medición, las cuales son siempre un pálido e incompleto reflejo de la realidad, sin sentir la necesidad imperiosa de incorporarlas en un esquema más amplio que abarque, conecte y encuadre los resultados experimentales.

Por otra parte, y es esta su manifestación de mayor utilidad heurística, la teoría no se limita a seguir a la experiencia, sino que muchas veces la anticipa, siendo una excelente prueba buscar en el laboratorio lo que ha sido deducido teóricamente. A este respecto es oportuno recordar un episodio histórico acaecido poco después de la formulación de la teoría ondulatoria de la luz por parte de Fresnel. Valiéndose de las integrales de este último, Poisson realizó un cálculo cuya conclusión era un hecho manifiestamente contrario al sentido común (al de la época al menos): tras un disco opaco iluminado debía encontrarse una mancha luminosa en el centro de la sombra proyectada en una pantalla. La experiencia fue hecha en el laboratorio por Arago comprobándose que la zona luminosa en verdad existe.

Algunas veces la verificación experimental de las previsiones teóricas puede demandar una búsqueda larga y costosa. La unificación de las interacciones débiles y electromagnéticas es un ejemplo actual de una elaboración teórica de elevada complejidad en la que colaboraron científicos de varios países; los más destacados, Glashow, Weinberg y Salam fueron galardonados en 1979 con el Premio Nobel. Sin embargo, las partículas de gran masa responsables de la interacción débil, y sobre la existencia de las cuales reposa la teoría, sólo fueron vistas algunos años después.

Para observarlas se recurre a choques frontales protón - antiprotón con una energía total en centro de masa de 540 Gev; las experiencias están siendo realizadas en el acelerador de protones del CERN, en Ginebra, y hasta el momento se han obtenido medidas que asignan una masa de 80 Gev a los bosones intermediarios cargados W^+ y W^- y alrededor de 90 Gev al bosón neutro nominado Z. Estas partículas sólo viven alrededor de 10^{-20} segundos y no dejan una traza visible en los detectores; ellas son, por lo tanto, inferidas de sus productos de desintegración. Los valores medidos concuerdan con los previstos teóricamente con mucha exactitud, no cabiendo dudas de que el poder de previsión de las teorías se ha mostrado en este caso en forma espectacular.

La práctica cotidiana indica entonces que es la experiencia el juez supremo que certifica la corrección de todo el edificio de principios y desarrollos deductivos que forman una teoría física. Pero es interesante preguntarse si es posible plantear situaciones experimentales que pongan a prueba por separado cada uno de los principios que sustentan una teoría; de esta forma se podría llevar a cabo una selección entre ellos, eliminándose los no conformes al resultado de laboratorio.

Para intentar responder a esta pregunta es conveniente estudiar con cuidado qué es lo que un físico hace al experimentar. En primer lugar señalemos que la medición en sí es siempre indirecta: la magnitud a medir puede ser la variación de entropía de un cristal o el spin de una partícula elemental, pero siempre, en todos los casos los aparatos sólo indican números sobre escalas graduadas. Es el enfoque teórico el que atribuye a la lectura de estas cifras un significado al expresar finalmente el resultado de la experiencia en un juicio abstracto y simbólico.

Profundizando a este respecto, Duhem puntualiza que no existe una correspondencia unívoca entre los hechos prácticos y las afirmacio-

nes teóricas. La descripción técnica de una experiencia contiene la lista de los aparatos utilizados, las condiciones exteriores, la secuencia de mediciones, los valores numéricos obtenidos junto con el error de medición que se les atribuye; el todo expresado en un lenguaje apropiado y preciso que describe una determinada operación ejecutada con objetos bien definidos. Es justamente este severo protocolo el que separa a la descripción técnica de la científica, pues una frase científica puede traducirse en hechos, llevarse a la práctica, de muchas formas diferentes. Así como el experimento no tiene tanta certeza como un suceso de la vida común, pero si contiene más detalles que aseguran su descripción y la posibilidad de repetirlo, el informe del físico tiene interés no por la descripción técnica sino por la interpretación que se da de los hechos en términos teóricos. Esta exposición, donde se idealiza lo acaecido en el laboratorio, contiene la información necesaria para montar otra manipulación experimental que, aunque distinta a la primitiva (y también radicalmente distinta), reproduzca y someta a prueba el mismo esquema teórico.

La teoría aparece por lo tanto al plantear la experiencia y al finalizarla, cuando le corresponde atribuir un significado a los valores empíricos obtenidos. Si estos resultados indican que la teoría no está de acuerdo con la naturaleza de los fenómenos que se estudian, si no es posible describir el comportamiento de los propios parámetros prefijados por el experimentador al delimitar el marco teórico del experimento, es que ha llegado el momento de modificar los axiomas para intentar construir una teoría más acorde con la realidad, o si preferimos esquivar esta última palabra quizás sea conveniente límitarse a decir "más acorde con las observaciones de laboratorio". El fracaso de la teoría no implica la condenación inmediata de ninguno de sus axiomas, pues estos no son puestos a prueba en forma individual sino que el experimento decide sobre el sistema que todos los axiomas en conjunto conforman. El viejo ideal del "experimentum crucis", aquel con el que Bacon planeaba clasificar los principios, no es alcanzable pues en Física no se puede nunca excluir una tercera posibilidad. Estas ideas son magistralmente enunciadas por Duhem al decir:

"Tratar de separar cada una de las hipótesis de la física teórica para someterla a ella sola a la experimentación es como perseguir una quimera porque la realización de cualquier experiencia implica la adhesión a un conjunto de presuposiciones teóricas. El único control posible es el de confrontar el conjunto completo del sistema teórico con el conjunto de las leyes experimentales".

"Henos aquí muy lejos del método experimental tal como lo conciben espontáneamente las personas extrañas a su funcionamiento. Se piensa comúnmente que cada una de las hipótesis de las que la física hace uso puede ser tomada aisladamente, sujeta al control de la experiencia, después, cuando pruebas variadas y múltiples han comprobado su valor, asentarla de manera definitiva en el sistema de la física. En realidad no es así; la física no es una máquina que se deje desarmar, no se puede ensayar cada pieza aisladamente y esperar, para ajustarla, que su solidez haya sido minuciosamente controlada; la ciencia física es un sistema que debe tomarse entero; es un organismo del que no se puede hacer funcionar una parte sin que sus partes más alejadas entren en juego, unas más, otras menos, pero todas en algún grado; si alguna incomodidad, si alguna desazón se revela en este funcionamiento, es por el efecto producido en el sistema entero como el físico deberá adivinar el órgano que necesita ser compuesto o modificado, sin que le sea posible aislar este órgano y examinarlo aparte".

Por otra parte la respuesta positiva de una experiencia no implica la corrección de la teoría que la ha propuesto. Sólo la hace más probable, más confiable para el investigador; pero bien pudiera ser que otra teoría también rindiese cuenta del mismo fenómeno. La decisión entre ambas se podrá tomar cuando se mejore la calidad de la medición de laboratorio, si es que se juzga prudente insistir con la misma experiencia, o bien al plantearse una experiencia distinta para la cual las teorías en pugna prevean resultados diferentes. Puede suceder también que una de las teorías admita la posibilidad de un cierto fenómeno mientras que la otra lo niegue, lo que da pie a una experimentación decisiva donde tendrá importancia mayúscula la mera aparición del hecho, sin interesar mayormente la precisión de la medida. Es esta lucha conceptual, abstracta, que tiene a la experiencia como instancia final y definitiva, la que constituye la esencia de la verdadera investigación.

Y es la creencia adicional de Duhem, no demostrable por supuesto, que este esfuerzo intelectual, donde colaboran el estricto pensamiento deductivo, la ejecución más pragmática, y la intuición más imprevisible que formula los principios, se aproxima gradualmente a una "clasificación natural de los fenómenos", estética y filosóficamente fin último de la actividad científica.

El trabajo del científico verdaderamente creador implica entonces una constante compulsa de los presupuestos teóricos. Es de advertir, no obstante, que esto no es siempre apreciado ni a veces comprendido. Este olvido puede tener su raíz en las especiales condiciones en que se practica la investigación científica en nuestra era industrial; la división de la tarea entre quienes preparan la experiencia en su faz práctica y quienes elaboran los desarrollos lógico-matemáticos, la presión exterior que solicita resultados para la pronta aplicación técnica, provocan, salvo en los casos más felices, una restringente especialización a ultranza que bloquea la meditación pausada. Se encuentra así que no pocos de quienes se dedican al quehacer científico parecen creer que las teorías pertenecen a un ámbito remoto, enteramente dependiente, y a posteriori, de la labor experimental, asemejándose de esta manera al personaje de Moliére que desconocía que al hablar estaba haciendo prosa. No se remarcará nunca lo suficiente que la puesta en marcha de una medición experimental dentro de un programa de investigación con visos de tener un significado para la ciencia de que se trate tiene necesariamente tras suyo un cuerpo teórico que lo hace posible, pues todo lo observado es visto y descripto en términos teóricos.

Para concluir es quizás oportuno resaltar que en la visión duhemiana las teorías no acaban nunca de "demostrarse", siendo su estado siempre provisorio y expectante. En esta postura están en germen las tesis de las modernas metodologías anticonvencionalistas. Con su Principio de Refutación, Karl Popper retorna a las experiencias cruciales, pero no ya dándoles simplemente un valor positivo de prueba, como un inductivismo ingenuo pudiera afirmar, sino utilizándolas para marcar la separación entre teorías científicas y pseudo-científicas; las primeras son rígidas, ofreciendo la posibilidad de ser confrontadas con la experiencia (arriesgando así una refutación); las segundas son blandas y no distinguen, no privilegian, a las experiencias cruciales pues pueden aceptar en su seno a cualquier resultado que surja de una experiencia. Al poner énfasis en esta "demarcación" se ha desplazado el centro de la discusión epistemológica hacia un pragmatismo que no se manifiesta en cuanto al contenido de verdad absoluto de un sistema.

En este sentido cabe citar las siguientes afirmaciones de Popper, tomadas de su "Lógica del descubrimiento científico":

"El viejo ideal científico del episteme, vale decir de un conocimiento cierto y demostrable, se ha revelado como un ídolo. La exigencia de objetividad científica hace inevitable que todo enunciado científico sea para siempre sólo un simple ensayo. En efecto, un enunciado puede ser corroborado pero siempre en relación con otros enunciados que son también propuestos como ensayo. Solamente en nuestras experiencias personales subjetivas, en nuestra confianza, podemos pretender estar ***absolutamente ciertos****".*

No creemos estar muy lejos de la verdad histórica si afirmamos que la posición de Popper está influenciada por el escepticismo de Duhem respecto al contenido definitivo de explicación que puede atribuirse a las teorías.

Octubre 1985

LECTURA RECOMENDADA

BLANCHE, R.: *El método experimental y la filosofía de la física*, Fondo de Cultura Económica, México 1972.

DUHEM, P.: *La teoría física*, Il Molino, Bologna 1978
To save the phenomena, The University of Chicago Press, 1969.

KUHN, T. S.: *La estructura de las revoluciones científicas*, Fondo de Cultura Económica, México 1978.

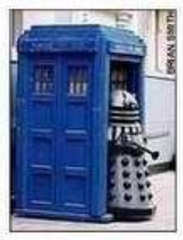
LOSEE, J.: *Introducción histórica a la filosofía de la ciencia*, Editorial Alianza, Madrid 1979.

POPPER, K.: *The Logic of Scientific Discovery*, The Anchor Press, 1972.

Revista de Enseñanza de la Física

TALLER Y LABORATORIO

EX LIBRIS Scan Digit



The Doctor

http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

http://el1900.blogspot.com.ar/

http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/

https://labibliotecadeldrmoreau.blogspot.com/

MAGNETOMETRO DE RESORTE

AGUSTIN J. FRASCINO y
EDUARDO M. GONZALEZ

Grupo de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología
Universidad Nacional de Córdoba

El magnetómetro de resorte, con el cual pueden medirse campos magnéticos en función de la deformación de un elemento elástico, permite trabajar con valores de intensidad mucho mayores, reduciendo algunos errores que aparecen cuando se experimenta con el magnetómetro de tangentes. Este dispositivo –adecuado al plan de desarrollo de equipos de bajo costo de construcción artesanal que efectúa este Grupo de Enseñanza– ha sido utilizado con resultados satisfactorios en diversos Seminarios-Taller organizados por los autores de este trabajo.

Cuando se trata de determinar la ley de variación del campo magnético de una bobina en función de su radio, del número de espiras o de la corriente, se recurre al magnetómetro de tangentes. Para ello se dispone el conductor en un plano vertical, orientado según el meridiano magnético del lugar, y en su centro una brújula con limbo graduado asentada en un plano horizontal (figura 1).

Al hacer circular una corriente I aparece un campo $\bar{H}$. normal al plano de la bobina y a la componente horizontal $\bar{H}_t$ del campo terrestre, orientándose la aguja según la resultante de $\bar{H}$ y $\bar{H}_t$ (figura 2). En este caso, el valor de $\bar{H}$ viene dado por la expresión:

$$\bar{H} = \bar{H}_t \cdot tg\,\gamma \quad (1)$$

Para una serie de mediciones, la ley surge de la comparación de los valores obtenidos para tgγ ya que $\bar{H}_t$ es constante.

Admitiendo que la lectura del ángulo γ acarree una indeterminación de $\pm$ 1°, el error relativo para un campo $\bar{H}$ del orden de 1 $\bar{H}_t$ sería del 0,03%; para $\bar{H} \sim 3\ \bar{H}_t$, del 2,04%; para $\bar{H} \sim 5\ \bar{H}_t$, del 4,08%; para $\bar{H} \sim 7\ \bar{H}_t$, del 6,13 % y para $\bar{H} \sim 10\ \bar{H}_t$, del 9,16%.

Este rápido crecimiento del error relativo hace muy poco confiables las determinaciones obtenidas para valores de $\bar{H}$ superiores a 4 ó 5 veces $\bar{H}_t$.

Simultáneamente aparece otro error, que crece también con γ. En efecto, si lo que se pretende medir es el campo en el plano de la bobina, ocurre que el dipolo de la brújula queda sobre puntos de las líneas del campo más o menos alejados de dicho plano donde, evidentemente, las fuerzas aplicadas difieren (en intensidad y dirección) de las que se quería medir (figura 3).

El método que se propone consiste en medir el campo generado por la corriente en función directa de la deformación de un elemento elástico (resorte en espiral).
Para ello se procede de la siguiente manera:

Se dispone la bobina según el meridiano magnético terrestre. Esta dirección se obtiene usando una brújula común como elemento auxiliar (figura 4).

Se instala un disco graduado, haciendo coincidir el diámetro 0° - 180° con el plano de la bobina.

Se coloca el magnetómetro de resorte con su eje en el centro del disco, y su vértice en el cero de la escala.

Al circular una corriente I por el conductor, la aguja del magnetómetro se desvía un ángulo α (en sentido horario en la figura 5). En ese momento actúan sobre ella tres cuplas: en sentido horario $\bar{M}_c$, originada por el campo $\bar{H}$, en sentido antihorario $\bar{M}r$, producida por la tensión del resorte y $\bar{M}_t$, provocada por el campo terrestre.

Si ahora (sin interrumpir la corriente) hacemos girar el magnetómetro en sentido anti-

horario aumentará la tensión del resorte, forzando a la aguja en el mismo sentido. Cuando ésta haya retornado a su posición inicial, ubicándose en el plano de la bobina, el vértice del aparato indicará sobre el disco un ángulo de retroceso β. En esta posición $\bar{M}_t$ ya no actúa (su brazo se hace cero). En esta nueva situación de equilibrio tendremos una cupla $\bar{M}_{c1}$ en sentido horario, equilibrada por $\bar{M}_{r1}$ en sentido antihorario (figura 6).

Siendo λ la constante del resorte,

Por otra parte:

$\bar{M}_{c1} = \mu \cdot \bar{H}$ en donde μ es el momento dipolar magnético de la aguja. El valor de μ = P.d es constante para cada imán, y proviene de suponer que éste está constituido por dos masas magnéticas P de igual valor absoluto y distinta polaridad, separados por la distancia d.

De la igualdad (prescindiendo del signo) entre $\bar{M}_{r1}$ y $\bar{M}_{c1}$ resulta:

$$\lambda \cdot \beta = \mu \cdot \bar{H}$$

de donde

$$\bar{H} = \frac{\lambda}{\mu} \beta$$

haciendo $\frac{\lambda}{\mu} = K$

$$\bar{H} = K \cdot \beta \quad (2)$$

Como β puede tomar cualquier valor dentro del límite elástico del resorte, podemos tomar un $\bar{H}$ tan grande como se desee, adoptando el resorte adecuado.

Si se quiere expresar $\bar{H}$ en valor absoluto, será necesario conocer K. Si en cambio sólo se pretende establecer la ley de variación del campo bastará dar a K un valor arbitrario.

El otro recurso es expresar H en relación con la componente horizontal $\bar{H}t$ del campo terrestre. Hagamos para ello circular por la bobina una corriente I tal que produzca una desviación $\gamma = 45°$ en una brújula común, según el método utilizado con el magnetómetro de tangentes. Por la expresión (1):

$$\bar{H}_I = \bar{H}_t \cdot \text{tg } 45° = \bar{H}_t$$

Utilizando ahora el magnetómetro de resorte y sin cambiar la intensidad de la corriente (para producir igual campo) obtendremos por el procedimiento indicado para este aparato un ángulo de retroceso β_I.

Según (2)

$$\bar{H}_I = K \cdot \beta_I$$

Luego

$$K \cdot \beta_I = \bar{H}_t$$

de donde

$$K = \frac{1}{\beta_I} \bar{H}_t$$

Llevando este valor de K a (2):

$$\bar{H} = \frac{\beta}{\beta_I} \cdot \bar{H}_t$$

Para el prototipo utilizado en esta experiencia, se obtuvo un $\beta_I = 4°$, resultando en consecuencia

$$\bar{H} = \frac{\beta}{4°} \bar{H}_t$$

Así, para dar un ejemplo, se determinó un ángulo de retroceso β de 126° (con una corriente de 3,3 A aplicada a una bobina de 25 espiras y 8 cm. de radio) resultando

$$\bar{H} = \frac{126°}{4°} \bar{H}_t = 31{,}5 \bar{H}_t$$

En una serie de mediciones efectuadas para establecer la variación del campo en función del número de espiras (manteniendo constantes el radio y la intensidad de la corriente) se obtuvieron los siguientes valores:

Nro. de espiras de la bobina	1	3	6	10	15	20	25
Angulo de retroceso	8°	23°	50°	81°	125°	168°	195°

CONSTRUCCION DEL MAGNETOMETRO

Provéase de una aguja de acero de unos 60 mm. Frote sobre ella repetidamente y siempre en el mismo sentido, comenzando por el extremo del ojo, con el polo S de un imán (figura 7). Resultará así que la aguja tendrá su polo N en la punta aguzada. Verifique si

la magnetización ha sido eficiente aproximando la aguja a una brújula, o bien levantando con ella algún pequeño trozo de hierro.

Adhiera la aguja a un eje de relojería mediante soldadura plástica ("Poxipol" o similar) e instale el resorte en espiral ("pelo" de reloj) (figura 8).

Confeccione el soporte del aparato con chapa de aluminio de 0,8 mm. ó 1 mm. de espesor, como se ilustra en la figura 9. Con una lámina delgada (0,2 mm. ó 0,3 mm. de espesor) de cobre o de bronce, construya el regulador (figura 10).

Pase un "cono" (asiento cónico para ejes de relojería) por el orificio correspondiente del regulador (figura 11) y enrósquelo en el orificio superior del soporte hasta que oprima suavemente al regulador. El orificio del soporte debe ser ligeramente inferior al diámetro de la rosca del cono, para que entre con cierta presión, marcándose en el aluminio.
Coloque el eje en posición y enrosque el segundo cono en el orificio inferior del soporte. Regule el roscado de modo que el eje quede asegurado sin impedirle girar libremente, como ocurre con el volante de un reloj.

Pase el extremo libre del resorte por el orificio del regulador, y hágalo correr hasta que el extremo aguzado de la aguja coincida con el vértice del soporte.

Fije el resorte en esa posición con una gota de adhesivo (soldadura plástica o cemento) que lo asegure al regulador. Una vez endurecido el adhesivo, corrija la posición de la aguja con el aparato orientado según el meridiano magnético del lugar (para que no haya momento del campo terrestre aplicado a la aguja) moviendo el regulador. El aparato terminado queda como se ve en la figura 12.

Los materiales de relojería indicados pueden adquirirse en los comercios de fornitura, o bien obtenerse de un reloj despertador descartado.

El disco graduado deberá confeccionarse sobre papel blanco de buena calidad, que se pegará sobre cartón o madera terciada. La escala se trazará sobre una circunferencia de 40 mm. de radio, con divisiones en grados. En su centro se hará una perforación circular, del diámetro de la cabeza del cono, la que servirá de pivote al hacer girar el aparato durante las experiencias.

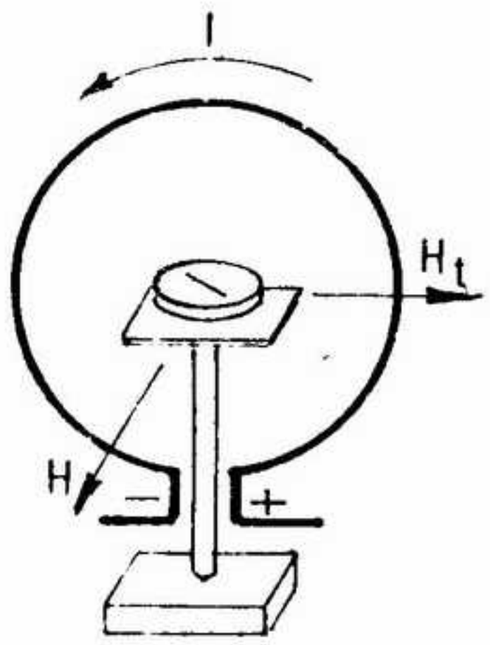


Figura 1

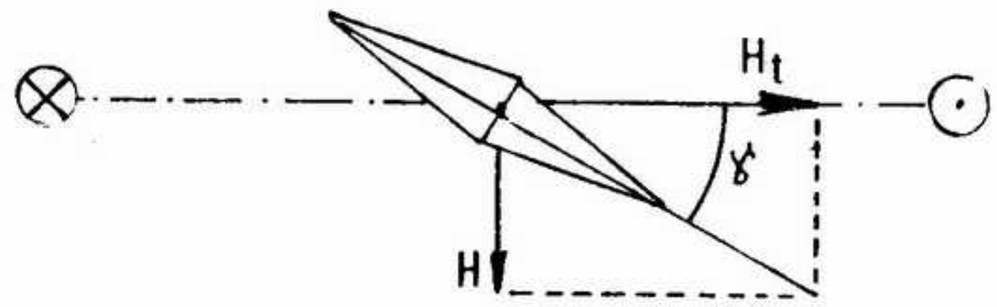


Figura 2

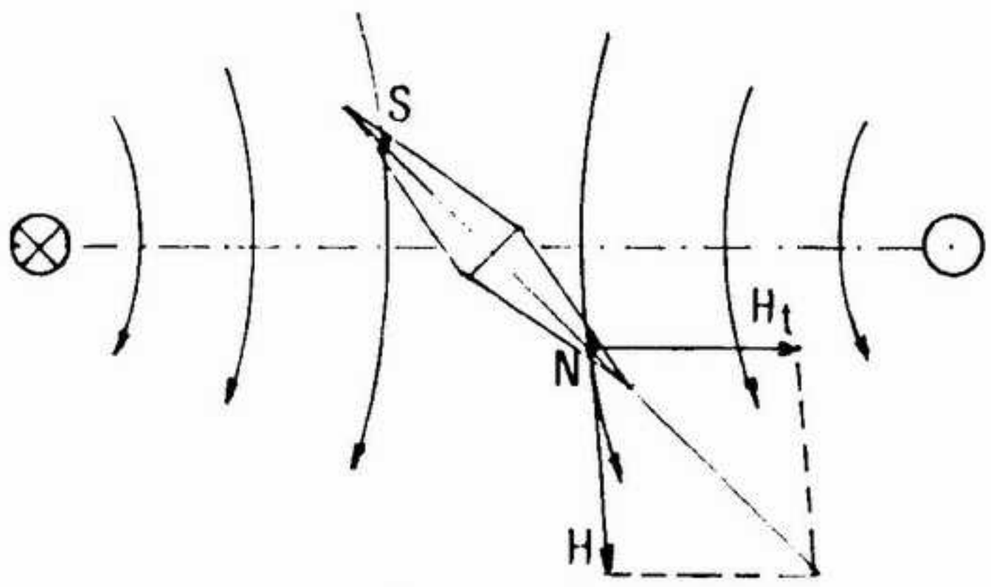


Figura 3

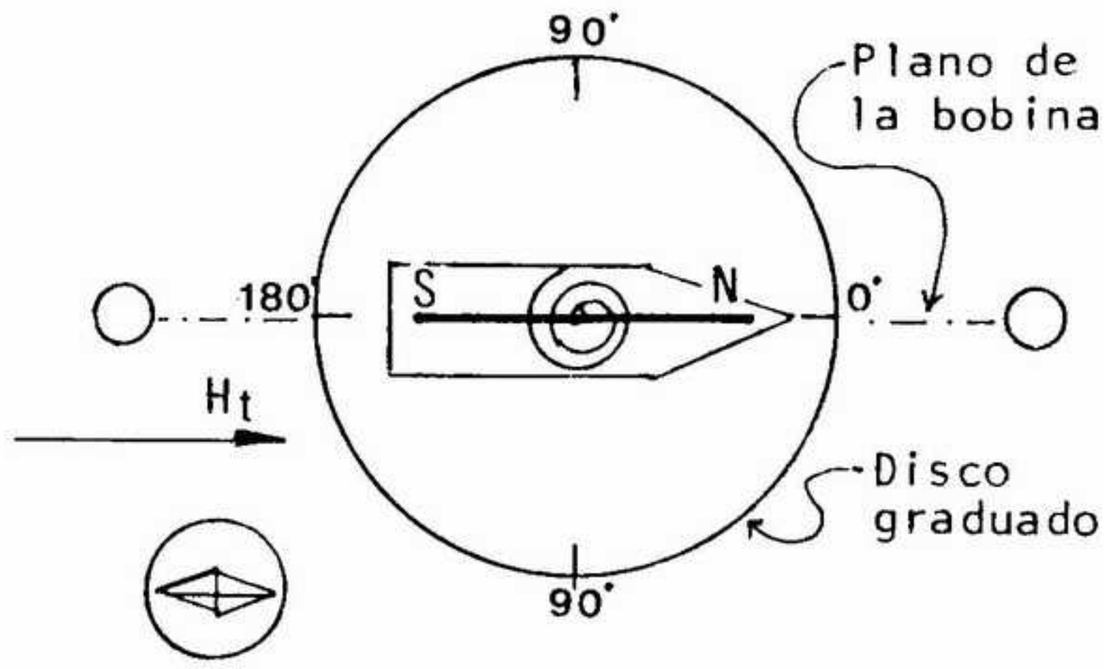


Figura 4

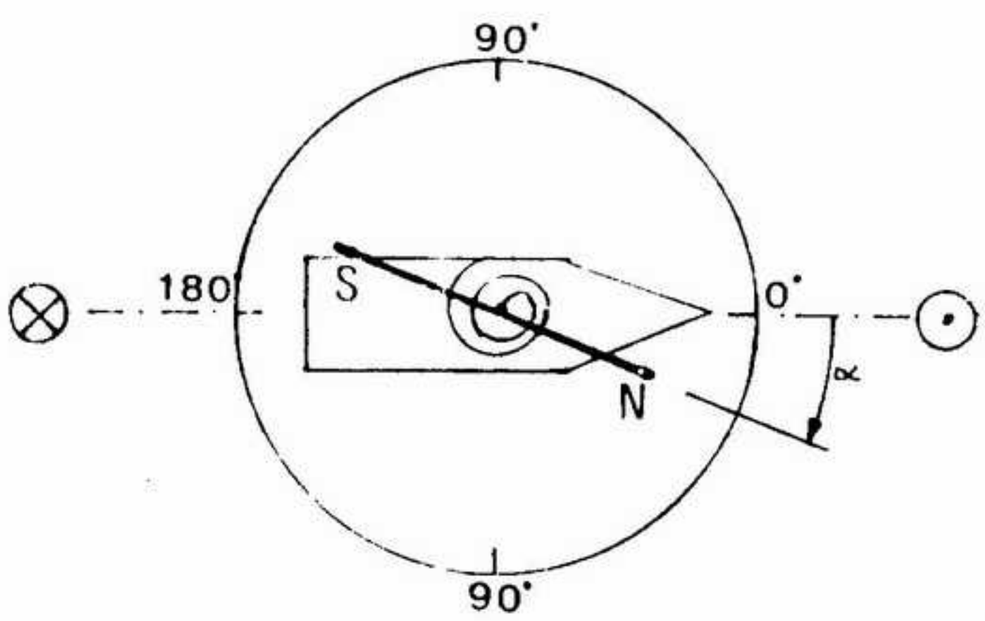


Figura 5

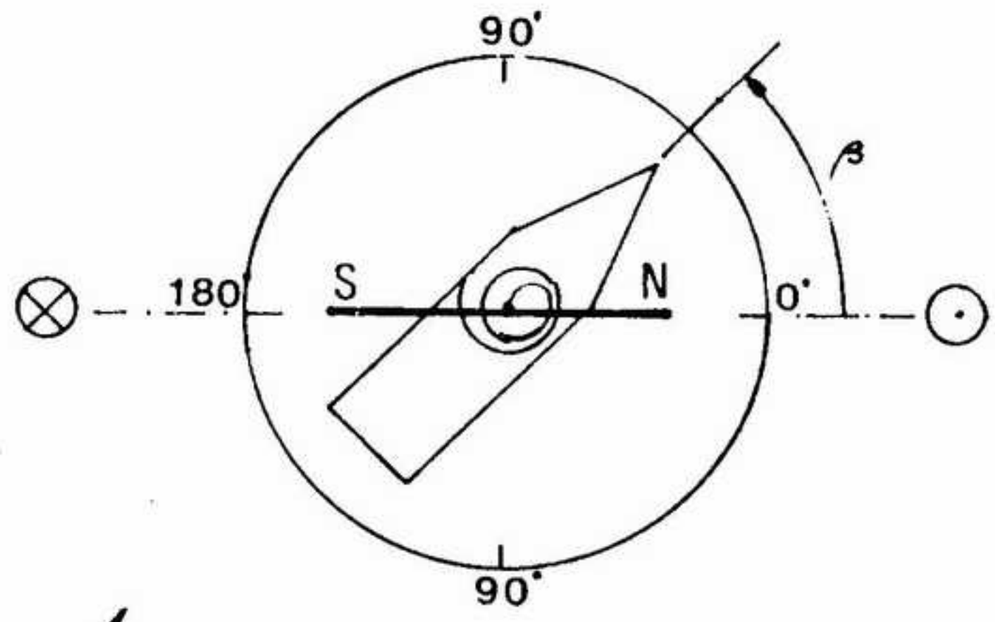


Figura 6

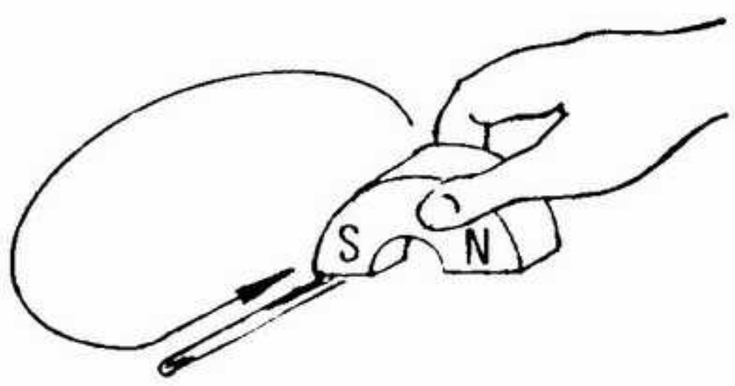


Figura 7

Figura 8

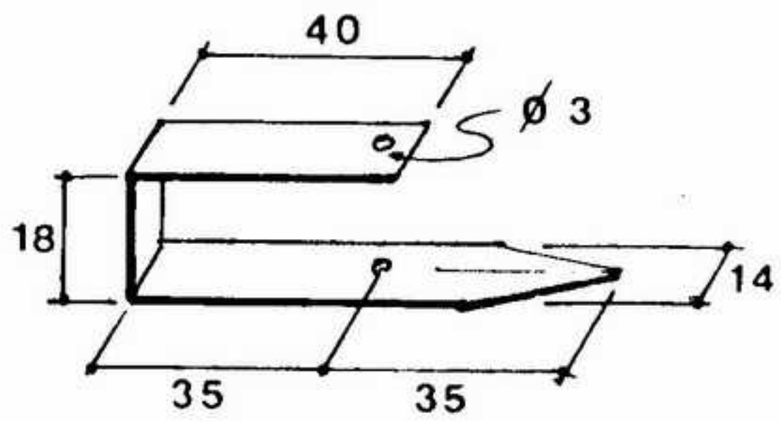


Figura 9

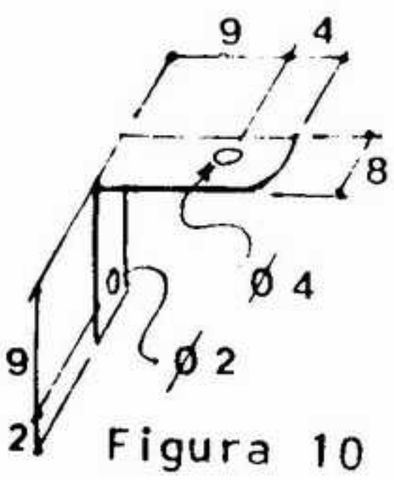


Figura 10

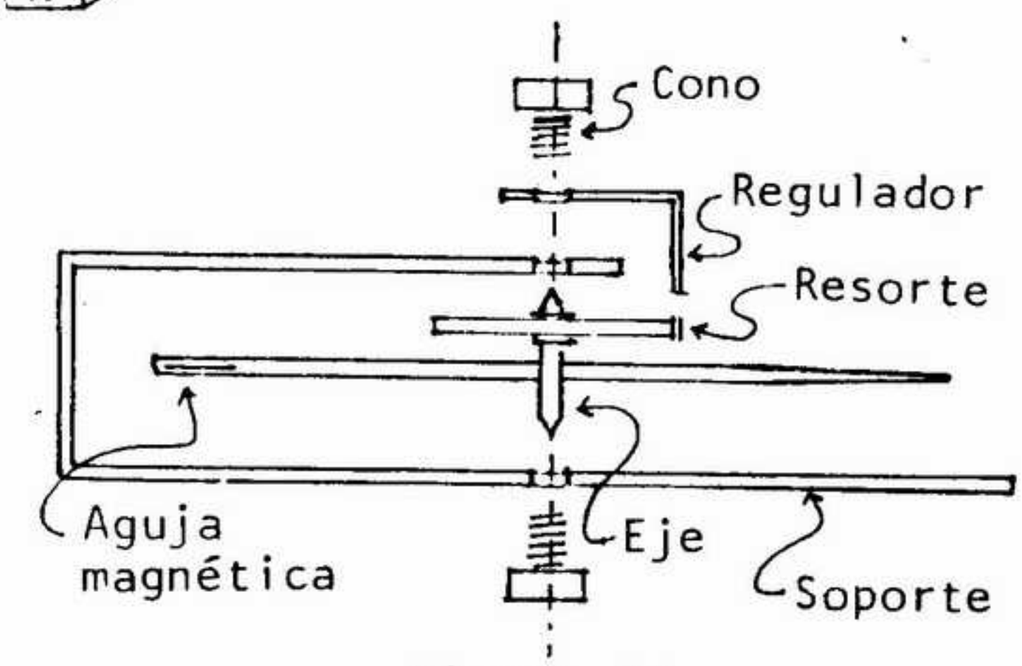


Figura 11

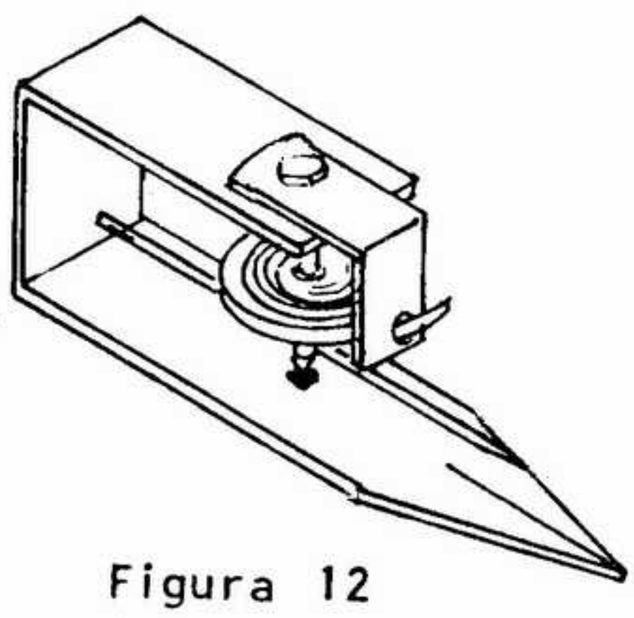
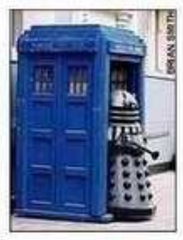


Figura 12

Revista de Enseñanza de la Física

HUMOR, INGENIO Y PARADOJAS

EX LIBRIS Scan Digit



The Doctor

http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

http://el1900.blogspot.com.ar/

http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/

https://labibliotecadeldrmoreau.blogspot.com/

ESPEJOS, COLUMNAS Y DENTIFRICOS

AGUSTIN M. RELA

Programa Prociencia - CONICET

Cuando recibí la invitación de la asociación para colaborar con esta sección, mi corazón estalló de alegría, e inmediatamente di rienda suelta a mi imaginación, esperando verla galopar por los prados, como el fogoso corcel que, harto de verse sujeto en el establo, rompe las ligaduras y corre impaciente a bañarse en las cristalinas aguas del río, y al prado, donde los demás caballos pacen, irguiendo orgulloso la cerviz, haciendo ondear las crines de su cuello y golpeando el suelo con sus ligeros pies.

Sin embargo, mi imaginación se limitó a mordisquear la hierba, dar un breve paseo por las inmediaciones y seguirme mansamente, soportando con nobleza equina mis improperios y pedradas.

Es que no se me ocurre nada. No soy como Leopoldo, que apenas me ve, dice:

— Agustín, ¿por qué el espejo convierte la izquierda en derecha, y no el arriba en abajo?

Quedo completamente perplejo, y durante días me miro atentamente al espejo y ladeo lentamente la cabeza hasta dejarla en posición horizontal. Así permanezco, sumido en profundas consideraciones, hasta que mi esposa me dice:

— ¿Te sentís bien?

— Sólo una leve tortícolis —respondo con seriedad, mientras me enderezo y carraspeo para disimular. Giro el espejo móvil del botiquín hasta formar un diedro recto y observo, ahora sí, una imagen que no convierte el arriba en abajo ni tampoco la izquierda en derecha. La imagen me devuelve con frialdad mi ladina mirada; cuando la miro a su ojo derecho, ella me mira el izquierdo, solapadamente, no como la franca y abierta mirada del espejo simple, que mira a cada uno de mis ojos como es debido.

Agrego un tercer espejo acostado, que forma ya un triedro rectángulo. Me veo reflejado en posición invertida, cabeza abajo. Me pregunto si ahora mi imagen me devolverá o no con franqueza mi mirada. Es difícil darse cuenta en circunstancias tan anómalas; usualmente no hablo con gente en posición antiparalela. Probablemente el agregado de un tercer espejo implique una inversión adicional producto de un número impar de reflexiones. Debo consultarlo a Eduardo.

— ¡Hola, Eduardo! ¿Conocés esa notable propiedad de los espejos triédricos rectángulos, que consiste en que un rayo de luz incidente es reflejado en dirección paralela y sentido opuesto, lo cual permite, entre otras ingeniosas aplicaciones, construir los llamados ojos de gato, que se ponen en las bicicletas, y además recibir de regreso un rayo de láser enviado a la Luna, y así detectar con asombrosa precisión insignificantes variaciones en la distancia?

— Sí —respondió el célebre epistemólogo.

— Pues bien: la imagen de un espejo de tales características, ¿está invertida, en el mismo sentido en que lo está la imagen de un espejo ordinario?

— Jamás pude saberlo. He de confesarte que cada vez que me afeito debo pensar cuidadosamente todos mis movimientos, y siempre me equivoco.. Es que no acepto con la misma naturalidad que los demás el hecho de que cuando yo levanto mi mano izquierda, mi imagen haga lo propio con la derecha. Por eso uso barba.

— Pero el triedro, ¿invierte o no invierte? —insisto.

— Lo supe muchas veces —responde Eduardo— pero me olvido inmediatamente. Ese es uno de los inconvenientes de la filosofía analítica.

No tendré otro recurso que utilizar algunas de las ingeniosas paradojas de mi amigo y colega Luis Granate. Leía Granate a sus alumnos algunos pasajes de los Diálogos acerca de dos nuevas ciencias, de Galileo, en los que el célebre físico italiano señalaba que existe una fuerza que mantiene unidas a dos superficies en estrecho contacto, a la que llamó *la fuerza del vacío*. Hoy sabemos que esa fuerza no es otra cosa que la presión atmosférica, que efectivamente mantiene unidos dos vidrios muy planos, o una columna de piedra fragmentada, si se ajustan entre sí muy exactamente ambos trozos. Transcurrido un cierto tiempo, entra aire en la junta y los trozos se separan.

La cuestión que planteaba Granate es:

> Para calcular la fuerza que soporta un cuerpo sometido a esfuerzos de tracción, ¿es necesario sumar la fuerza atmosférica a la fuerza que intrínsecamente puede soportar el propio material?
> En otras palabras, ¿depende de la presión atmosférica la tensión de rotura de un material?

No es fácil responder directamente a esta cuestión. Todos aceptamos que una vez fracturada, la columna se sostiene con una fuerza igual a la atmosférica, y es necesario hacer esa fuerza para separar los pedazos, en el supuesto de que el propio peso del fragmento inferior no alcance. Pero siempre se discute mucho acerca de si esa fuerza aparece o no *antes* de la rotura, y se hacen multitud de consideraciones sobre si la rotura comienza en el centro o en la periferia, o sea formando o no cavidad.

— Lo ideal sería hacer el experimento de someter a esfuerzos de tracción a varias probetas del mismo material, a presiones ambientales diferentes -pensé.

Como no tenía forma de hacerlo con los medios a mi alcance, busqué una sustancia de muy escasa resistencia a la tracción. ¡El dentífrico! Esa pasta es muy escasamente resistente, apenas se sostiene a sí misma en pequeños fragmentos. Por tanto, si es cierto que su resistencia está aumentada por la presión atmosférica, podré colgar una columna de 5 metros de largo, hecha de dentífrico, pues su densidad no creo que supere los 2 Kg/dm^3, y la sección no interviene, pues a menor sección, también hay menor peso, y en la misma proporción.

Tomé el tubo de dentífrico, y lo exprimí lentamente sobre el lavabo, observando que los trozos extruidos se fragmentaban en longitudes no mayores que algunos decímetros.

— ¿Qué pasa? ¿No te gusta ese dentífrico? —me preguntó mi esposa, mientras miraba con atención y asombro.

— Nada de eso —la tranquilicé— sólo estoy poniendo a prueba unos axiomas de la física renacentista.

Realmente no entendía dónde estaba el error del razonamiento de Galileo. Le preguntaré a Luis Granate, y publicaré su respuesta en el próximo número.

En el número anterior nos preguntábamos hacia dónde se acelera un globo inflado con helio cuando se lo coloca en el interior de un coche que tiene todas sus ventanillas cerradas y frena.

La respuesta es: hacia atrás, aunque los demás objetos sueltos experimenten una aceleración hacia adelante, respecto del coche, como es habitual observar en las frenadas.

Este resultado suele despertar dudas: ¿Cómo es posible que se acelere el globo hacia atrás, si su masa es positiva, aunque esté inflado con un gas liviano?

Los tratamientos didácticos más felices, según diversas experiencias, son los que incluyen experimentos, entre ellos el de colocar un vaso con agua en un plato de tocadiscos, con un corcho sumergido con la ayuda de una tuerca y un hilo. El corcho se "centrifuga" en dirección contraria a la que correspondería a un péndulo.

Los diversos grados de perplejidad que introduce esta cuestión obedecen a que nuestra intuición no está habituada a considerar al aire como un cuerpo, que también tiene masa. Cuando el coche frena, *todos* los cuerpos sueltos se aceleran hacia adelante, y el aire también es un cuerpo suelto. La fuerza inercial que actúa sobre el aire es más intensa que la que actúa sobre el helio, porque es más denso, entonces el aire desplaza al globo, que no tie-

ne más remedio que permitirle el paso, y en consecuencia inclinarse hacia atrás, si estaba inicialmente en reposo.

Este efecto de inercia del aire es claramente apreciable si estamos sentados en el último asiento de un ómnibus, con la ventanilla abierta. Cuando el vehículo está detenido, no entra viento —ni sale— por la ventanilla. Cuando arranca, *sale* aire, lo que se hace notorio al acercar un papel a la abertura. Cuando el coche está en marcha, corre una brisa moderada, probablemente debida a efectos aerodinámicos. Pero cuando el ómnibus frena, el aire de su interior prosigue su viaje, sale por las ventanillas delanteras, y deja lugar para que entre aire de afuera por las ventanillas de atrás.

La segunda cuestión que planteábamos en el número anterior es si todos los cuerpos sólo *caen* con la misma aceleración, en términos locales, o si también suben con la misma aceleración.

La respuesta, obviamente, es afirmativa. No obstante, es tan frecuente decir *caen* que nuestros alumnos terminan creyendo, por omisión nuestra, que cuando los cuerpos son lanzados hacia arriba su aceleración es diferente a cuando bajan. Constituye un verdadero mérito didáctico lograr que incorporen la idea de que el vector aceleración de un cuerpo que se encuentra libre y sin rozamiento en un campo gravitatorio paralelo y uniforme, es constante y está siempre dirigido hacia abajo, no importa que el cuerpo baje, suba, se desplace horizontalmente o esté instantáneamente en reposo.

He recibido comentarios sobre la paradoja de los bisabuelos, también publicada en el número 2. Recordemos que nos preguntábamos cómo era posible que, si tenemos o tuvimos dos padres, cuatro abuelos, ocho bisabuelos, dieciséis tatarabuelos, y así indefinidamente, y en consecuencia hace apenas un milenio habría varios cuatrillones de parientes, en los registros históricos no figurase tamaña cantidad de gente.

Efectivamente, en el razonamiento que se exponía hay no uno, sino varios errores. Algunos de ellos eran solamente numéricos, y puestos exprofeso sólo para distinguir entre la gente verdaderamente perpleja, que revisaba los cálculos una y otra vez, y, lógicamente, hallaba los errores, y aquellos lectores indolentes, pasivos, indiferentes por completo a los enigmas de nuestro apasionante universo, que apenas esbozaron un " ¡Pero mirá vos!", y pasaron inmediatamente a otra cosa, arrollando la revista y bostezando descaradamente.

Los errores numéricos eran los siguientes: No es $1{,}0624 \times 10^{24}$ el número de antepasados hace 1000 años, sino sólo $1{,}0995 \times 10^{12}$ (de todos modos, igual son muchos). La época en que no había en todo el universo material suficiente como para armar a la parentela de Leopoldo Varela, aun suponiendo que cada antepasado constase sólo de un átomo, era el año 4663 antes de Cristo.

El error principal no es numérico, sino conceptual. Al hacer los cálculos en progresión geométrica estamos contando más de una vez al mismo pariente. Efectivamente, es muy probable que varias generaciones hacia el pasado, las ramas de nuestro árbol genealógico se crucen, en vez de ramificarse separadamente, y así, por ejemplo, nuestro tatarabuelo paterno-paterno-paterno-paterno sea exactamente la misma persona que nuestro tatarabuelo materno-paterno-paterno-paterno.

En otras palabras, un antepasado nuestro tiene descendientes, y después de varias generaciones algunos de esos descendientes son parientes tan lejanos, que pueden ser perfectos desconocidos entre sí, y en consecuencia, si son de diferente sexo, tener descendencia. Cualquiera de sus hijos, al hacer su árbol genealógico, procurará tener presente que algunos antepasados de su madre, también lo son de su padre.

La respuesta es, entonces, que los ilustres antepasados de Leopoldo Varela han cometido cruza, y quizás él mismo la esté cometiendo en este preciso instante.

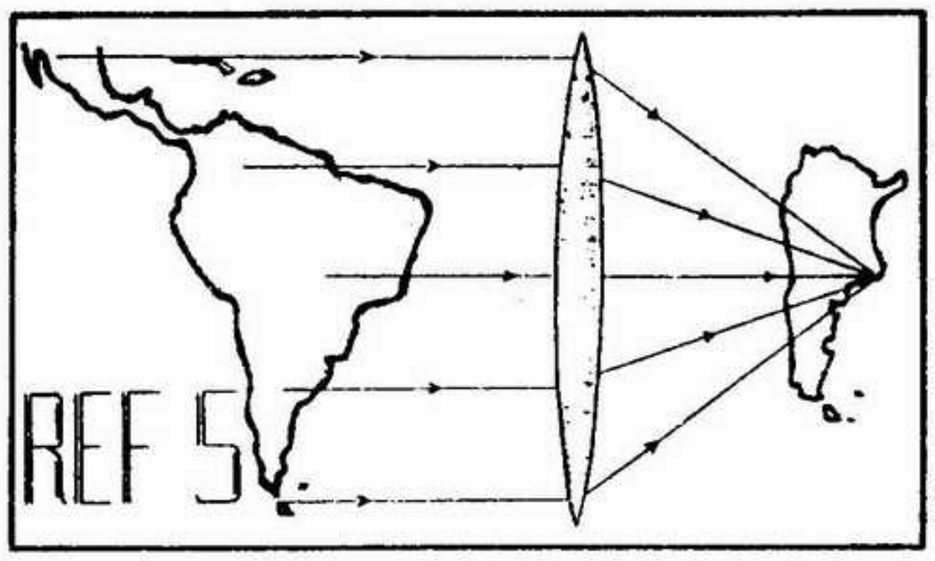
Julio 1986

REFERENCIAS

LANGE, V.: *Paradojas y sofismas físicos*. Mir, Moscú, 1978.
HOMERO: *La Ilíada*. Ediciones Ibéricas, Madrid, 1965.

ASOCIACION DE PROFESORES DE FISICA DE LA ARGENTINA (A.P.F.A.)

CENTRO LATINOAMERICANO DE FISICA (C.L.A.F.)



5a. REUNION NACIONAL DE EDUCACION EN LA FISICA REF-5

4a. REUNION LATINOAMERICANA DE EDUCACION EN FISICA

MAR DEL PLATA / 21 al 25 de setiembre de 1987

OBJETIVOS DE REF-5

- Promover el intercambio de experiencias e informacion en lo referente a objetivos, métodos de enseñanza y evaluación.
- Promover la realización y presentación de trabajos que constituyan desarrollos e investigación originales en el área de la enseñanza de la física.
- Brindar a los docentes la posibilidad de actualizar y profundizar su formación profesional.
- Promover la discusión permanente sobre la educación científica que se imparte en el país, con miras a diseñar acciones tendientes a su mejoramiento.
- Difundir las novedades en metodología, en equipos y en otros medios auxiliares de la enseñanza.
- Posibilitar la interacción con especialistas de primer nivel en Física para considerar diversos temas de frontera.

TALLERES

Durante 4 días se desarrollarán temas de educación en la física a través de tareas grupales, mesas redondas, conferencias, etc.
Cada taller estará a cargo de un especialista, que junto con un equipo de profesionales coordinarán las actividades.
La lista de los temas a tratar y sus coordinadores serán publicadas en nuestro próximo boletín de marzo/87.
La inclusión en los talleres se hará por estricto orden de inscripción.

ACTIVIDADES ACADEMICAS

* **Presentación de trabajos** a cargo de los relatores.
* **Reuniones de discusión** de los trabajos.
* **Talleres de actualización** para docentes de Física de los niveles primario, secundario, terciario y universitario básico.
* **Conferencias generales** a cargo de especialistas.
* **Mesas redondas** integradas por relevantes especialistas argentinos y extranjeros.
* **Exhibiciones** de material científico y didáctico.
* **Elaboración de recomendaciones** para mejorar la enseñanza de la Física en el país.

INSCRIPCION

Asistentes y/o participantes en taller:
del 3/11/86 al 31/7/87.

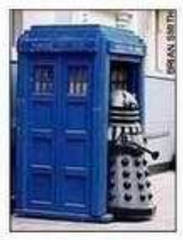
Relatores: del 3/11/86 al 30/4/87.
Plazo para enviar trabajos: 30/6/87
Solicite la ficha de inscripción a la Profesora Silvia Calderón.

C.C. 22 - Suc. 13 (b)
1413 - Capital Federal

COMITE EJECUTIVO DE APFA

Lic. Leonor C. de Cudmani
Lic. Ana Figueroa de Lewin
Lic. Julia Salinas de Sandoval

EX LIBRIS Scan Digit



The Doctor

http://thedoctorwho1967.blogspot.com.ar/

http://el1900.blogspot.com.ar/

http://librosrevistasinteresesanexo.blogspot.com.ar/

https://labibliotecadeldrmoreau.blogspot.com/

CONTENIDOS

Revista de Enseñanza de la Física

VOLUMEN 2 - Número 1 - AÑO 1986

Editorial 3

Investigación en Enseñanza de la Física

Detección de Conceptos intuitivos en electricidad a través de entrevistas clínicas
M. E. Domínguez - M. A. Moreira 7

Análisis crítico de la Introducción de la Física Moderna en la enseñanza media
D. Gil Pérez - F. Senent - J. Solbes 16

Problemática de las aplicaciones tecnológicas de la Física

Defensa nuclear, desarme y desarrollo
A. Salam 25

Aspectos metodológicos de la enseñanza de la física

El desván de los sueños. Postdata sobre S. Stevin
G. Boido 37

Sobre el veraneo porteño, el desagüe de la bañadera y la meteorología
S. H. Sánchez 40

Historia de la Ciencia

Pierre Duhem: Teoría y Experimentos en Física
C. D. Galles
C. D. Galles 45

Taller y Laboratorio

Magnetómetro de resorte
A. J. Frascino - E. M. González 51

Humor, ingenio y paradojas

Espejos, columnas y dentífricos
A. M. Rela 57

REVISTA DE ENSEÑANZA DE LA FISICA
Suipacha 531 - 2000 Rosario (Rep. Arg.)